

Школа: ИШНПТ

Направление подготовки: 15.03.01 Машиностроение

Отделение школы (НОЦ): Отделение материаловедения _____

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проектирование технологического процесса изготовления детали «Корпус»
УДК 621.81 – 2 – 025.13

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А6Б	Черепанов Дмитрий Игоревич		05.06.20

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Алфёрова Екатерина Александровна	к.ф.-м.н		05.06.20

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кашук Ирина Вадимовна	к.т.н., доцент		05.06.20

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Черемискина Мария Сергеевна	-		05.06.20

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
15.03.01 Машиностроение	Ефременков Егор Алексеевич	к.т.н., доцент		

Результаты обучения

Код результата	Результат обучения
P1	Способность применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире; умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, основы теоретического и экспериментального исследования в комплексной инженерной деятельности с целью моделирования объектов и технологических процессов в машиностроении, используя стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования машиностроительной и сварочной продукции.
P2	Демонстрировать понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации; использование для решения коммуникативных задач современных технических средств и информационных технологий.
P3	Способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля, осознавать перспективность интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования, уметь критически оценивать свои достоинства и недостатки.
P4	Способность эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, осведомленность в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на машиностроительных и строительно-монтажных производствах.
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на предприятиях машиностроительного, строительно-монтажного комплекса и в отраслевых научных организациях, участвовать в работе над инновационными проек-

	тами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований
P7	Умение проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения и сварочного производства
P8	Умение применять стандартные методы расчета деталей и узлов машиностроительных изделий и конструкций, выполнять проектно-конструкторские работы, составлять и оформлять проектную и технологическую документацию соответственно стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.
Профиль (Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств)	
P11	Умение применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных и строительно-монтажных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий, умение применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении и строительстве, применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.
P12	Умение обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроительного производства, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа: ИШНПТ
 Направление подготовки (специальность): 15.03.01 Машиностроение
 Отделение школы (НОЦ): Отделение материаловедения

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
Ефременков Е.А.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ **на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
4А6Б	Черепанов Дмитрий Игоревич

Тема работы:

Проектирование технологического процесса изготовления детали «Корпус»

Утверждена приказом директора (дата, номер)

28.02.2020 №59-67

Срок сдачи студентом выполненной работы:

05.06.2020

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам и т. д.).

- чертеж детали типа «Корпус».
- тип производства: среднесерийное
- программа выпуска деталей N = 1500 шт./год;
- материал детали – сталь 45Х.

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> – Обзор научно-технической литературы – Анализ чертежа и технологичности детали – Определение типа производства. – Маршрут изготовления детали – Оборудование и инструменты – Режимы резания – Нормы времени – Финансовый менеджмент – Социальная ответственность – Заключение
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> – Чертеж детали – Операционные карты – Размерная схема – Граф технологических размерных цепей – Сборочный чертеж приспособления
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i></p>	
Раздел	Консультант
Технологический	Алфёрова Екатерина Александровна
Конструкторский	Алфёрова Екатерина Александровна
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Кашук Ирина Владимировна
Социальная ответственность	Черемискина Мария Сергеевна

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	16.12.2019
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Алфёрова Е. А.	к.ф-м.н		16.12.2019

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А6Б	Черепанов Дмитрий Игоревич		16.12.2019

Реферат

Данная выпускная квалификационная работа по теме «Проектирование технологического процесса изготовления детали «Корпус» содержит 81 страницу текстового документа, 26 таблиц, 34 рисунка, 24 использованных источников.

Ключевые слова: ПРОЕКТИРОВАНИЕ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ДЕТАЛЬ, КОРПУС, РАЗМЕРНЫЙ АНАЛИЗ, ГРАФ, РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ, НОРМЫ ВРЕМЕНИ.

Цель данной работы:

- анализ конструкции детали;
- разработка маршрута изготовления детали;
- выбор оборудования и оснастки;
- выбор исходной заготовки;
- построение расчетной схемы и графа;
- назначение допусков на размеры и расчет припусков;
- расчет режимов и сил резания;
- расчет основного времени и типа производства;

В результате проделанной работы спроектирован техпроцесс, который является оптимальным и эффективным для серийного производства данной детали. Так же проведены экономические расчеты производства. Рассмотрены вопросы, связанные с экологической безопасностью. Предложены пути решения. Решен вопрос о безопасности сотрудников на рабочих местах.

Степень внедрения: полученные расчеты применимы в среднесерийном производстве.

Область применения: машиностроение.

Содержание

Введение	8
1 Технологическая часть	9
1.1 Исходные данные	9
1.2 Анализ технологичности конструкции детали	10
1.3 Определение типа производства	11
1.4 Выбор исходной заготовки	12
1.5 Разработка маршрута технологии изготовления корпуса	12
1.6 Построение расчётной схемы и граф технологических цепей	19
1.7 Расчет припусков, допусков и технологических размеров	21
1.7.1 Допуски на конструкторские размеры	21
1.7.2 Допуски на технологические размеры	22
1.7.2.1 Диаметральные технологические размеры	22
1.7.2.2 Осевые технологические размеры	23
1.7.3 Допуски на технологические размеры	24
1.7.3.1 Проверка обеспечения точности конструкторских размеров	24
1.7.4 Расчёт припусков на обработку заготовки	28
1.7.4.1 Расчёт припусков на диаметральные размеры	29
1.7.4.2 Расчёт припусков на осевые размеры	31
1.7.5 Расчёт технологических размеров	32
1.7.5.1 Расчёт тех размеров на диаметральные размеры	32
1.7.5.2 Расчёт тех размеров на осевые размеры	36
1.8. Выбор средств технологического оснащения	38
1.9. Расчет режимов резания	40
1.10. Расчет сил резания	46
1.11. Расчет основного времени	48
2 Конструкторская часть	50
2.1 Исходные данные	50
2.2 Выбор режима резания	50
2.3 Определение крутящего момента	50
2.4 Погрешность приспособления	51
2.5 Структура приспособления	52
3 Экономическая часть	54
3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности	55
3.2 Планирование научно – исследовательских работ	58
3.3 Бюджет научно – технического исследования	62
3.4 Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	66
4 Социальная ответственность	68
4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	70
4.2 Организация рабочей зоны	71
4.3 Производственная безопасность	72
4.4 Мероприятия по защите исследователя от опасных и вредных факторов	74
4.5 Экологическая безопасность	75
4.6 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	76
Заключение	79
Список литературы	80
Приложение 1	81

Введение

Цель данной работы: создать оптимальный технологический процесс изготовления детали корпус и разработать приспособление.

Объект исследования: технологический процесс изготовления корпуса.

Предмет исследования: деталь типа корпус, элемент типа тело вращения.

При механообработке детали будут использоваться станки с ЧПУ. Применение прогрессивного оборудования приводит к:

- снижению себестоимости детали и трудоёмкости производства;
- сокращению времени на обработку;
- улучшению качества поверхностного слоя;
- и позволяет обеспечить требуемую точность;

В результате проделанной работы создан технологический процесс изготовления детали, построена размерная схема и граф технологических размерных цепей, на основе которых можно проверить правильность разработанного маршрута. Данный техпроцесс применим для серийного производства.

Область применения: машиностроение.

1.2 Анализ технологичности конструкции детали

Деталь «корпус» изготовлена из стали 45Х, ГОСТ 4543-71, преимуществом которой является легкая обрабатываемость.

В качестве заготовки для данной детали применяется прокат, так как по конструктивным особенностям, корпус является простой деталью вида тело вращения.

Что относится к механической обработки изделия, то наружная обработка поверхности не требует особых требований шероховатости ($Ra2.5$) и высокой точности размеров ($H12$, $h12$, $\pm IT12/2$), но много переходов и значительное количество обрабатываемых поверхностей. Есть резьба. Поэтому обработку лучше всего выполнить на станках с числовым программным обеспечением это позволит сократить время и стоимость детали.

Особых требований к геометрической точности нет. Деталь выполняется за две операции, что определяет её технологичность.

С учетом вышеприведенного анализа деталь – технологична.

1.3 Определение типа производства

Тип производства определяем по коэффициенту закрепления операций, который находим по формуле [9, стр. 230]:

$$K_{з.о} = \frac{t_D}{t_{шс}}, \quad (1)$$

Где t_D – такт выпуска детали, мин.; $t_{шс}$ – среднее штучное время операций, мин.

Такт выпуска детали определяем по формуле:

$$t_D = \frac{60\Phi_D}{N_g}, \quad (2)$$

Где Φ_D – действительный годовой фонд времени работы оборудования, ч.; N_g – годовой объем выпуска деталей.

Годовой фонд времени работы оборудования определяем по табл. 5

[1, стр. 22] при двухсменном режиме работы: $\Phi_D = 4015$ ч [9, стр. 30]:

Тогда :

$$t_D = \frac{60\Phi_D}{N_g} = \frac{4015 \cdot 60}{1500} = 160,6 \text{ мин};$$

Среднее штучное время рассчитывается по формуле:

$$t_{шс} = \frac{\sum_{i=1}^n t_{ш i}}{n}, \quad (3)$$

Где $t_{ш i}$ – штучно время i - ой операции, мин.; n – количество основных операций в тех процессе.

$$t_{ш i} = 0,08 + 0,3 + 0,025 + 0,015 + 0,003 + 0,002 + 0,001 + 5,75 + 0,4 + \\ + 6,5 + 1,15 + 2,13 + 2,7 + 0,2 + 0,95 + 0,119 + 0,015 + 1,243 = 21,6 \text{ мин.}$$

$$t_{шс} = \frac{21,6}{2} = 10,8$$

Тип производства определяем по формуле (1):

$$K_{з.о} = \frac{t_D}{t_{шс}} = \frac{160,6}{10,8} = 14,88$$

Так как $10 < K_{з.о} < 20$, то тип производства среднесерийный.

1.4 Выбор исходной заготовки

Выбор заготовки является важным этапом разработки маршрута изготовления детали. Так как от неё зависит дальнейшее построение техпроцесса. Так же немаловажную роль играет требуемый материал изделия. Трудоемкость и себестоимость изделия будет зависеть от правильного выбора заготовки. Целесообразно рассмотреть несколько вариантов получения исходной заготовки:

- Заготовка из проката всевозможных видов;
- Кованые штампованные заготовки;
- Отливки.

С проведенным анализом свойств материала сделаем выводы: Корпус изготовлен из стали 45Х, такой материал слабо обладает литейными свойствами, тем более литье, чаще всего, предпочитают использовать в массовом производстве, из этого следует, что отливка не подходит.

Ковку и штамповку рассмотрим с точки зрения экономики, как уже сказано, что производство корпуса является среднесерийным, отсюда сделаем вывод, что применение этого типа не экономично.

Так как деталь типа вращения, тип производства и конфигурация детали дают возможность в качестве заготовки для этого изделия выбрать заготовку из проката. Эскиз заготовки представлен на рис. 2. ГОСТ 2590-2006

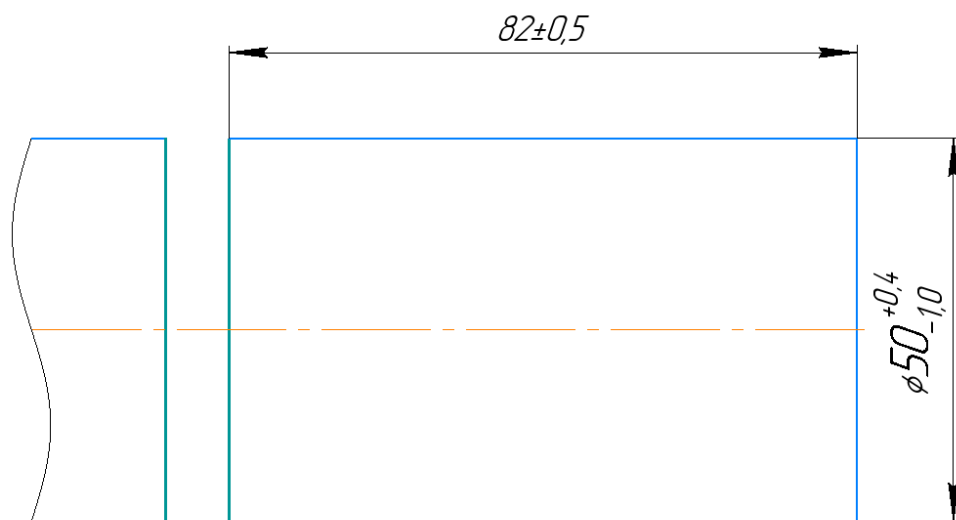
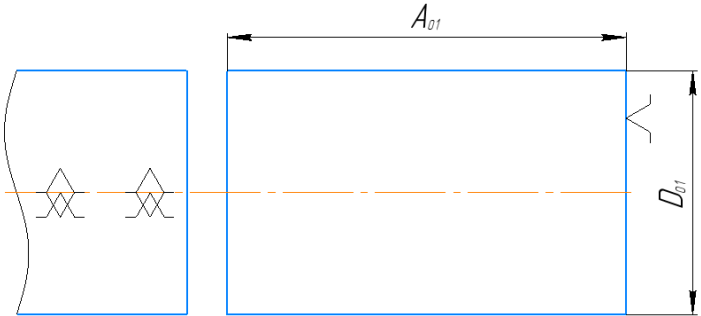
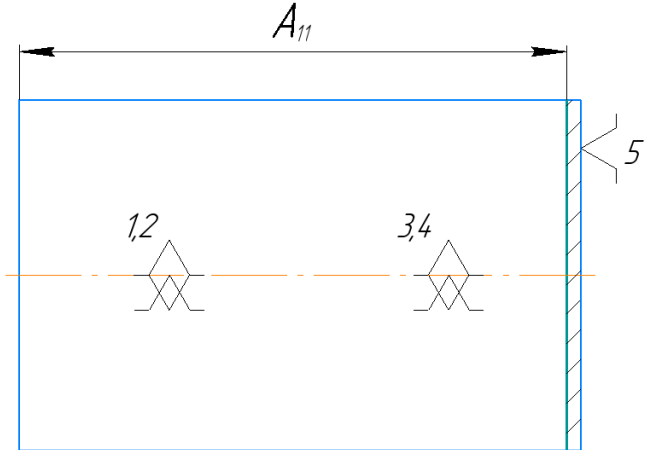
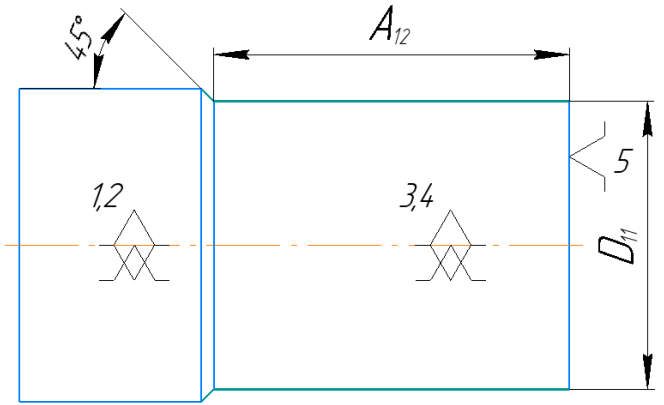


Рисунок 2. Эскиз заготовки

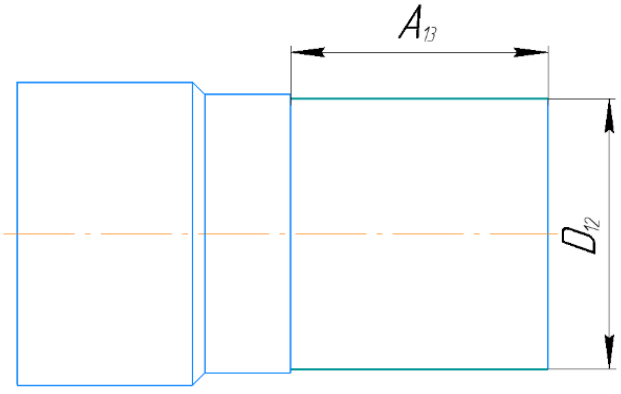
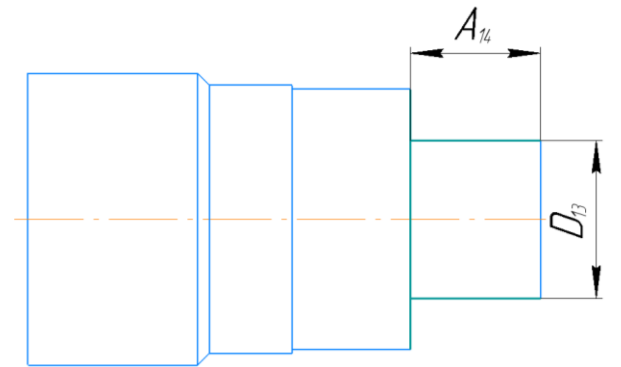
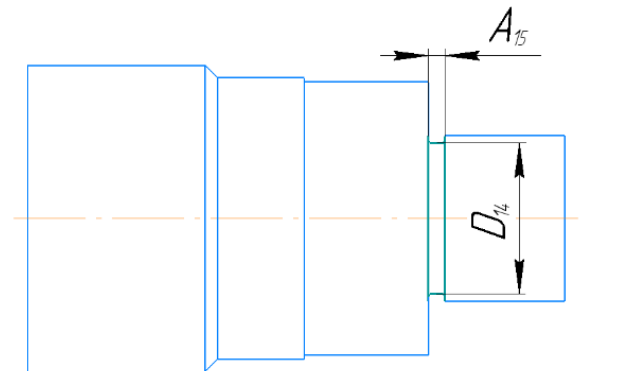
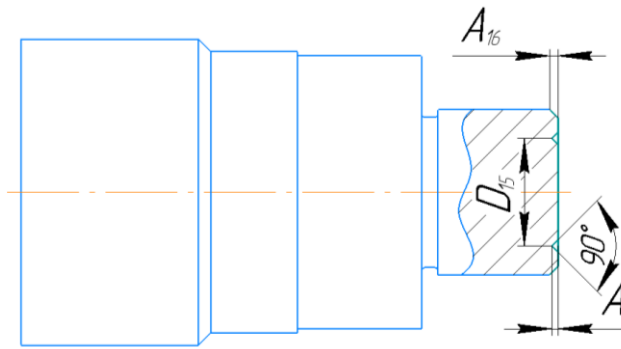
1.5 Разработка маршрута технологии изготовления корпуса

Маршрут технологии изготовления Корпуса представлен в таблице 1.

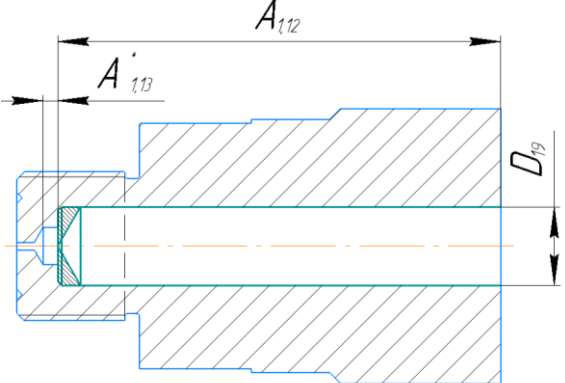
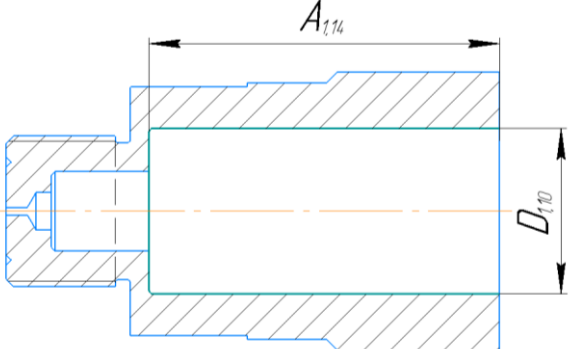
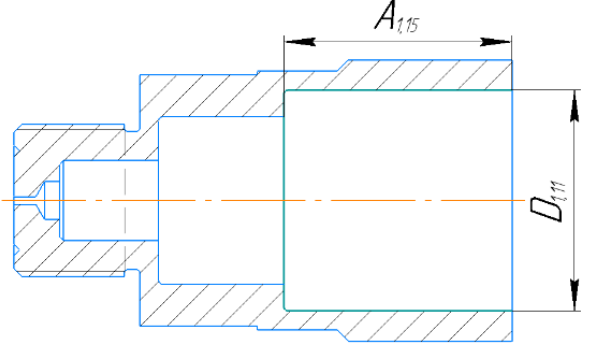
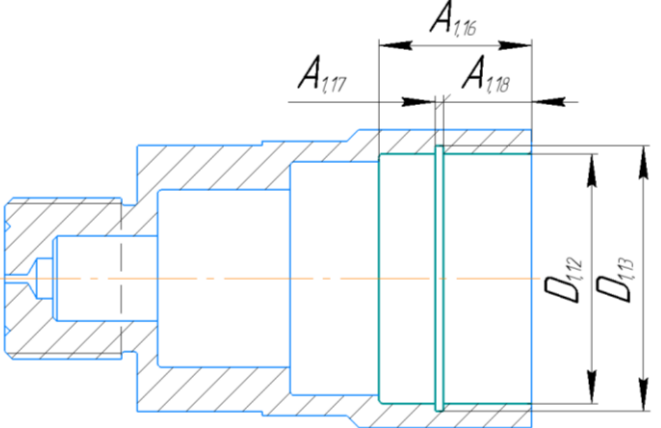
Таблица 1 – Маршрут технологии изготовления

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
Операции	Переходы		
0	1	<p><u>Заготовительная</u></p> <p>Установить заготовку и закрепить.</p> <p>Отрезать, выдерживая размер A_{01}.</p>	 <p style="text-align: right;">я</p>
1	1	<p><u>Токарная с ЧПУ</u></p> <p>Установить заготовку и закрепить, установ A</p> <p>Подрезать торец, выдерживая размер A_{11}.</p>	
	2	<p>Точить поверхность, выдерживая размеры A_{12}, D_{11}.</p> <p>Точить фаску, под углом 45°.</p>	

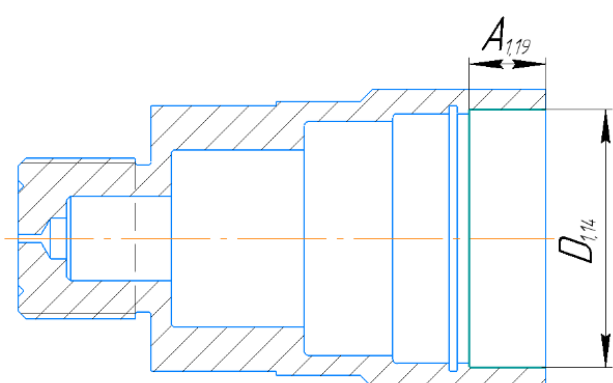
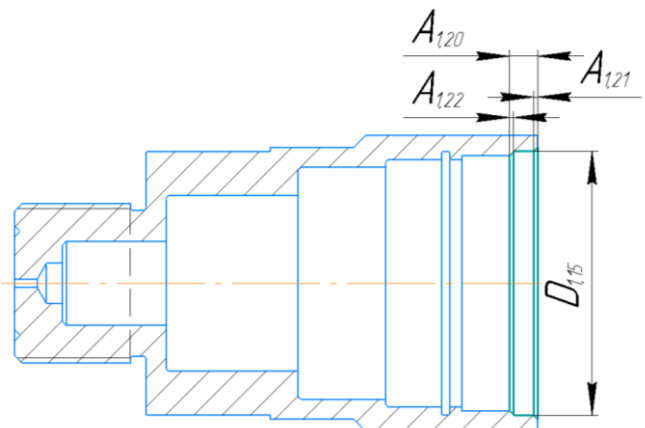
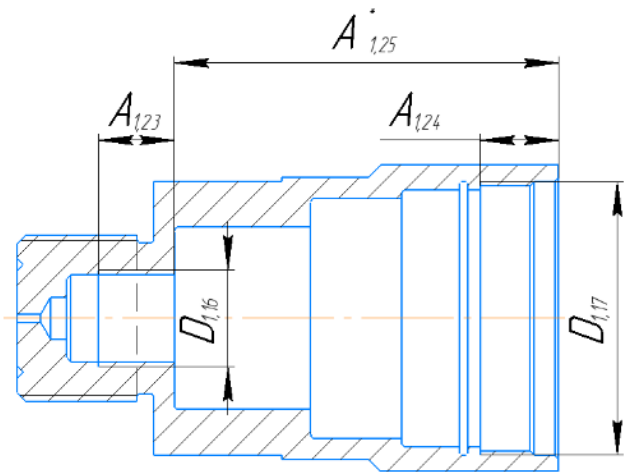
Продолжение таблицы 1

	3	Точить поверхность, выдерживая размеры A_{13}, D_{12}	
	4	Точить поверхность, выдерживая размеры A_{14}, D_{13}	
	5	Точить канавку, выдерживая размер A_{15}, D_{14}	
	6	Точить фаску, выдерживая размер A_{16} .	
	7	Точить канавку на торце, выдерживая размер, A_{17}, D_{15} .	

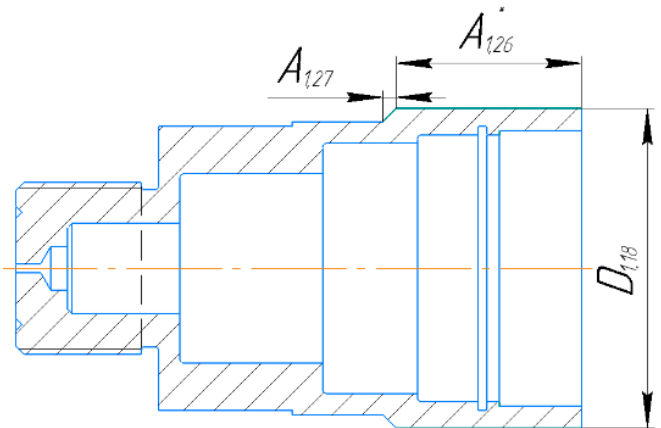
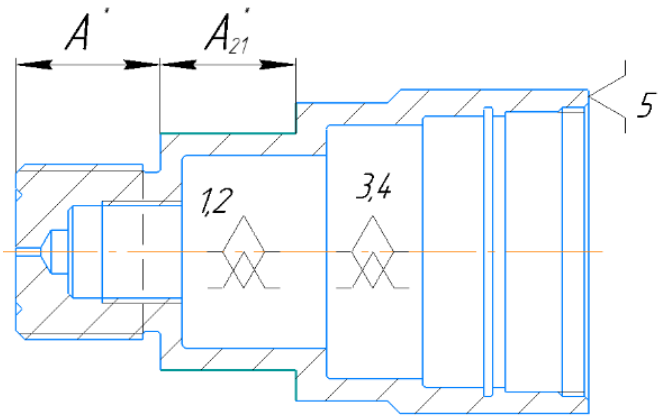
Продолжение таблицы 1

12	<p>Рассверлить отверстие и зенкеровать, выдерживая размеры $A_{1.13}, A_{1.12}, D_{19}$.</p>	
13	<p>Расточить отверстие, выдерживая размер $A_{1.14}, D_{1.10}$.</p>	
14	<p>Расточить отверстие, выдерживая размеры $A_{1.15}, D_{1.11}$.</p>	
15	<p>Расточить отверстие, выдерживая размеры $A_{1.16}, D_{1.12}$.</p>	
16	<p>Расточить канавку, выдерживая размеры $A_{1.17}, D_{1.13}$ и $A_{1.18}$.</p>	

Продолжение таблицы 1

17	Расточить отверстие, выдерживая размеры $A_{1.19}, D_{1.14}$.	
18	Расточить отверстие, выдерживая размеры $A_{1.20}, D_{1.15}$.	
19	Точить фаску, выдерживая размер $A_{1.21}$.	
20	Точить фаску, выдерживая размер $A_{1.22}$.	
21	Нарезать резьбу, выдерживая размеры $A_{1.23}, A_{1.25}^*, D_{1.16}$.	
22	Нарезать резьбу, выдерживая размеры $A_{1.24}, D_{1.17}$.	

Продолжение таблицы 1

	23	Точить поверхность, выдерживая размеры $A_{1,27}, D_{1,18}$	
2	1	<p><u>Фрезерная</u></p> <p>Фрезеровать, выдерживая размер A_{21}.</p> <p>$A^* = A_{14}$</p>	

1.6 Построение расчетной схемы и граф технологических цепей

Для изготовления изделия необходимо построить расчетную схему изготовления изделия, которая представляет собой совокупность технологических и конструкторских размеров, а так же припусков.

Припуски на последующую обработку поверхности и конструкторские размеры являются замыкающими звеньями в операционных технологических цепях.

В технологической цепи, помимо замыкающих звеньев, есть составляющие звенья, которыми являются технологические размеры, получаемые на переходах обработки изделия. [2, стр. 21].

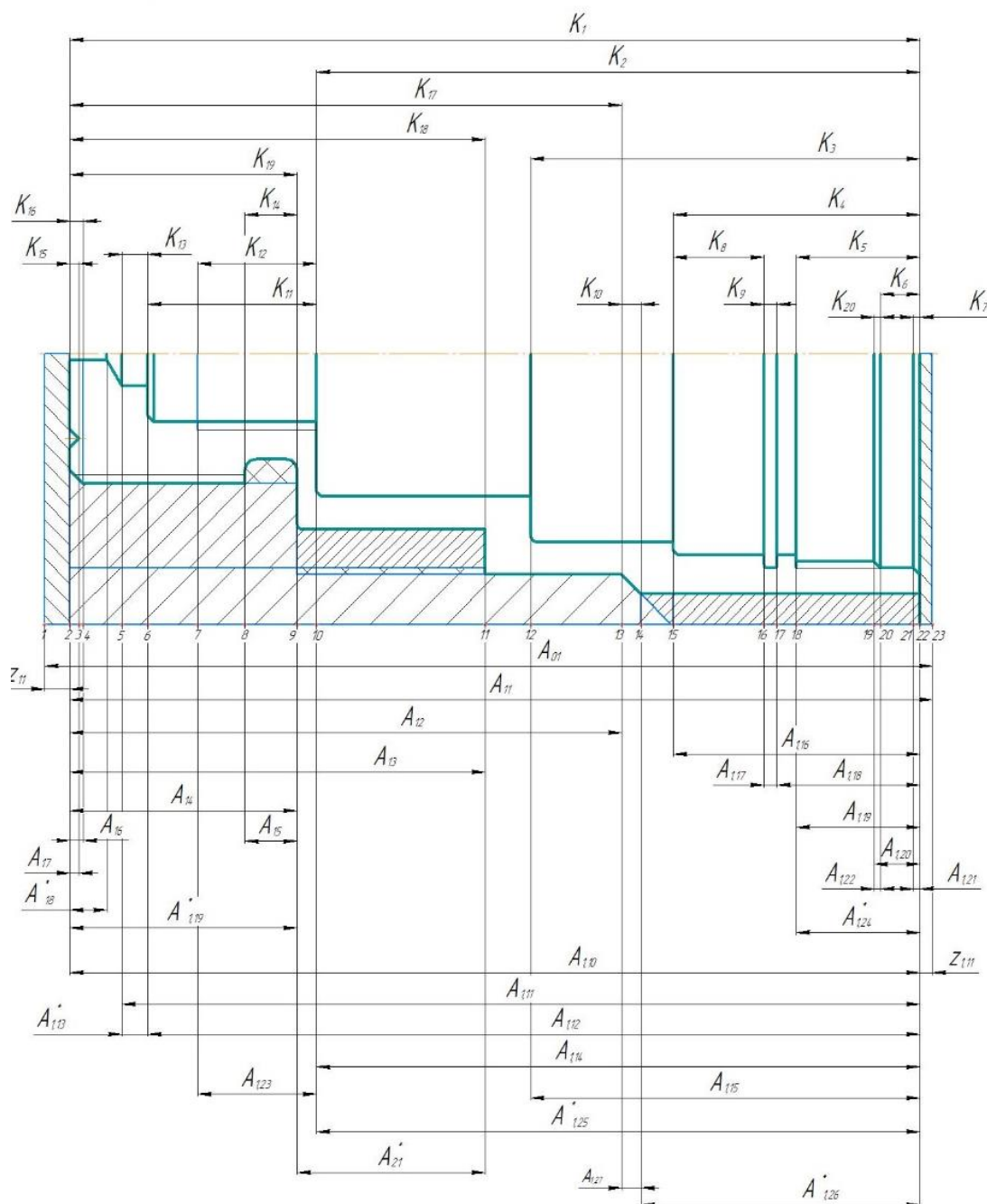


Рисунок 4. Расчетная схема

Чтобы облегчить и не допустить ошибок в составлении размерных цепей, строится граф-дерево, на основе расчетной схемы. Методика построения граф-дерева подробно излагается в [2, стр. 29]. Граф-дерево для расчётной схемы изготовления корпуса представлено на рис. 5.

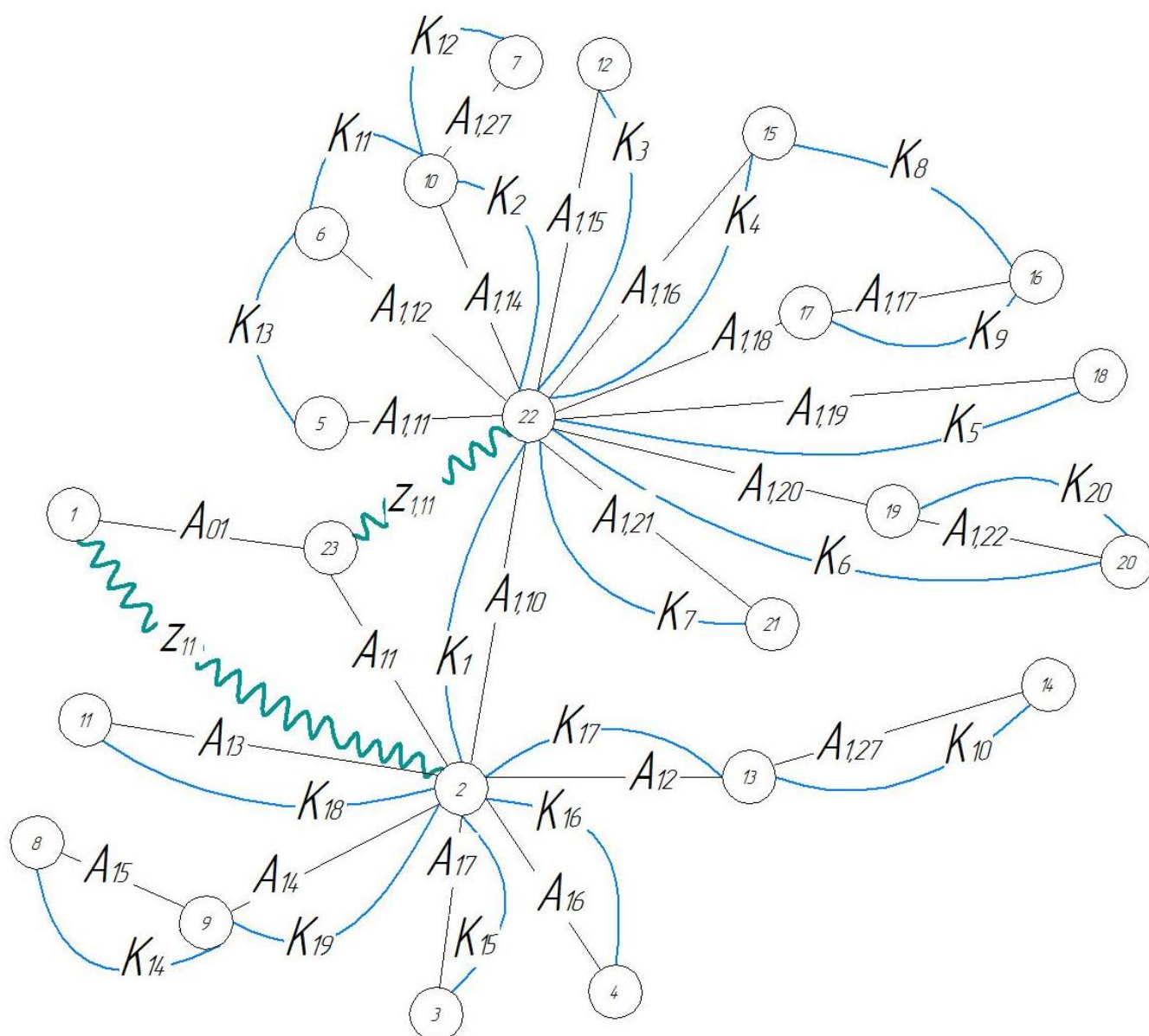


Рисунок 5. Граф-дерево

1.7 Расчет припусков, допусков и технологических размеров

1.7.1 Допуски на конструкторские размеры

Из чертежа детали выписываем допуски на конструкторские размеры.

$$TK_1 = (78)_{-0,15}^{+0,15} = 0,30 \text{ мм};$$

$$TK_2 = (56)_{-0,15}^{+0,15} = 0,30 \text{ мм};$$

$$TK_3 = (36)_{-0,125}^{+0,125} = 0,25 \text{ мм};$$

$$TK_4 = (23)_{-0,105}^{+0,105} = 0,21 \text{ мм};$$

$$TK_5 = (11)_{-0,09}^{+0,09} = 0,18 \text{ мм};$$

$$TK_6 = (4)_{-0,06}^{+0,06} = 0,12 \text{ мм};$$

$$TK_7 = (0,6)_{-0,05}^{+0,05} = 0,10 \text{ мм};$$

$$TK_8 = (8)_{-0,075}^{+0,075} = 0,15 \text{ мм};$$

$$TK_9 = (1,2)_{-0,05}^{+0,05} = 0,10 \text{ мм};$$

$$TK_{10} = (1,8)_{-0,05}^{+0,05} = 0,10 \text{ мм};$$

$$TK_{11} = (16)_{-0,09}^{+0,09} = 0,18 \text{ мм};$$

$$TK_{12} = (13)_{-0,09}^{+0,09} = 0,18 \text{ мм};$$

$$TK_{13} = (2,4)_{-0,05}^{+0,05} = 0,10 \text{ мм};$$

$$TK_{14} = (2,4)_{-0,05}^{+0,05} = 0,10 \text{ мм};$$

$$TK_{15} = (0,8)_{-0,05}^{+0,05} = 0,10 \text{ мм};$$

$$TK_{16} = (1)_{-0,05}^{+0,05} = 0,10 \text{ мм};$$

$$TK_{17} = (51)_{-0,15}^{+0,15} = 0,30 \text{ мм};$$

$$TK_{18} = (38)_{-0,125}^{+0,125} = 0,25 \text{ мм};$$

$$TK_{19} = (20)_{-0,105}^{+0,105} = 0,21 \text{ мм};$$

$$TK_{20} = (0,6)_{-0,05}^{+0,05} = 0,10 \text{ мм};$$

1.7.2 Допуски на технологические размеры

1.7.2.1 Определение допусков на диаметральные технологические размеры

Допуски на диаметральные размеры принимаются равными статистической погрешности [2, стр. 38]:

$$TD_i = \omega_{ci}, \quad (4)$$

где ω_{ci} - статическая погрешность, мм.

Тогда назначаем допуски, руководствуясь [2, стр. 73 П1]:

$$TD_{11} = (41)_{-0,25} = 0,25 \text{ мм};$$

$$TD_{12} = (40)_{-0,25} = 0,25 \text{ мм};$$

$$(\text{под резьбу}) TD_{13} = (24)^{+0,007}_{-0,059} = 0,066 \text{ мм};$$

$$TD_{14} = (22)_{-0,21} = 0,21 \text{ мм};$$

$$TD_{15} = (16)_{-0,18} = 0,18 \text{ мм};$$

$$TD_{16} = (1,2)^{+0,10} = 0,10 \text{ мм};$$

$$(\text{резьба}) TD_{17} = (24)^{+0,007}_{-0,020} = 0,027 \text{ мм};$$

$$TD_{18} = (6)^{+0,12} = 0,12 \text{ мм};$$

$$(\text{под резьбу}) TD_{19} = (12,50)^{+0,20} = 0,20 \text{ мм} \\ (\text{ГОСТ 19257} - 73);$$

$$TD_{1.10} = (26)^{+0,21} = 0,21 \text{ мм};$$

$$TD_{1.11} = (35)^{+0,25} = 0,25 \text{ мм};$$

$$TD_{1.12} = (37)^{+0,25} = 0,25 \text{ мм};$$

$$TD_{1.13} = (40)^{+0,25} = 0,25 \text{ мм};$$

$$(\text{под резьбу}) TD_{1.14} = (38,37)^{+0,22} = 0,22 \text{ мм} \\ (\text{ГОСТ 19257} - 73);$$

$$TD_{1.15} = (40)^{+0,25} = 0,25 \text{ мм};$$

$$(\text{резьба}) TD_{1.16} = (14)^{+0,011} = 0,011 \text{ мм};$$

$$(\text{резьба}) TD_{1.17} = (40)^{+0,016} = 0,016 \text{ мм};$$

$$TD_{1.18} = (45)_{-0,35} = 0,35 \text{ мм};$$

Допуски на размеры круглого проката [2, стр. 91 П5]:

$$TD_{01} = (50)^{+0,4}_{-1,0} = 1,4 \text{ мм};$$

1.7.2.2 Определение допусков на осевые технологические размеры

Допуск на размер после отрезки:

$$TA_{01} = (82)^{+0,5}_{-0,5} = 1 \text{ мм};$$

Допуски на осевые технологические размеры принимаются равными из [2, стр. 38]:

$$TA_i = \omega_{ci} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i, \quad (5)$$

где ω_{ci} - статическая погрешность, мм; ρ_{i-1} - погрешность формы, полученная на предыдущем переходе, мм.

ε_i - погрешность базирования, мм.

Допуски на осевые технологические размеры:

$$TA_{11} = \omega_c + \rho_i + \varepsilon_i = 0,30 + 0,50 + 0,42 = 1,22 \text{ мм}$$

$$TA_{12} = \omega_c + \rho_i + \varepsilon_i = 0,15 + 0,10 + 0 = 0,25 \text{ мм}$$

$$TA_{13} = \omega_c + \rho_i + \varepsilon_i = 0,20 + 0 + 0 = 0,20 \text{ мм}$$

$$TA_{14} = \omega_c + \rho_i + \varepsilon_i = 0,20 + 0 + 0 = 0,20 \text{ мм}$$

$$TA_{15} = \omega_c + \rho_i + \varepsilon_i = 0,10 + 0 + 0 = 0,10 \text{ мм}$$

$$TA_{16} = \omega_c + \rho_i + \varepsilon_i = 0,10 + 0 + 0 = 0,10 \text{ мм}$$

$$TA_{17} = \omega_c + \rho_i + \varepsilon_i = 0,10 + 0 + 0 = 0,10 \text{ мм}$$

$$TA_{1.10} = \omega_c + \rho_i + \varepsilon_i = 0,12 + 0,10 + 0,05 = 0,27 \text{ мм}$$

$$TA_{1.11} = \omega_c + \rho_i + \varepsilon_i = 0,20 + 0,20 + 0 = 0,40 \text{ мм}$$

$$TA_{1.12} = \omega_c + \rho_i + \varepsilon_i = 0,20 + 0,15 + 0 = 0,35 \text{ мм}$$

$$TA_{1.14} = \omega_c + \rho_i + \varepsilon_i = 0,12 + 0 + 0 = 0,12 \text{ мм}$$

$$TA_{1.15} = \omega_c + \rho_i + \varepsilon_i = 0,15 + 0 + 0 = 0,15 \text{ мм}$$

$$TA_{1.16} = \omega_c + \rho_i + \varepsilon_i = 0,20 + 0 + 0 = 0,20 \text{ мм}$$

$$TA_{1.17} = \omega_c + \rho_i + \varepsilon_i = 0,02 + 0 + 0 = 0,02 \text{ мм}$$

$$TA_{1.18} = \omega_c + \rho_i + \varepsilon_i = 0,03 + 0 + 0 = 0,03 \text{ мм}$$

$$TA_{1.19} = \omega_c + \rho_i + \varepsilon_i = 0,15 + 0 + 0 = 0,15 \text{ мм}$$

$$TA_{1.20} = \omega_c + \rho_i + \varepsilon_i = 0,20 + 0 + 0 = 0,20 \text{ мм}$$

$$TA_{1.21} = \omega_c + \rho_i + \varepsilon_i = 0,08 + 0 + 0 = 0,08 \text{ мм}$$

$$TA_{1.22} = \omega_c + \rho_i + \varepsilon_i = 0,08 + 0 + 0 = 0,08 \text{ мм}$$

$$TA_{1.23} = \omega_c + \rho_i + \varepsilon_i = 0,08 + 0 + 0 = 0,08 \text{ мм}$$

$$TA_{1.27} = \omega_c + \rho_i + \varepsilon_i = 0,10 + 0 + 0 = 0,10 \text{ мм}$$

1.7.3 Допуски на технологические размеры

1.7.3.1 Проверка обеспечения точности конструкторских размеров

При расчете методом максимума-минимума условие обеспечения точности конструкторского размера проверяется по формуле [2, стр. 60]:

$$TK \geq \sum_{i=1}^{n+p} TA_i. \quad (6)$$

Рассмотрим размерную цепь для размера K_1 (рис. 6).

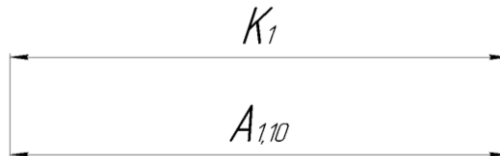


Рисунок 6. Размерная цепь № 1

$$TK_1 = 0,30 \text{ мм}; \quad TA_{1,10} = 0,27 \text{ мм}$$

K_1 - выдерживается непосредственно.

Рассмотрим размерную цепь для размера K_2 (рис. 7).

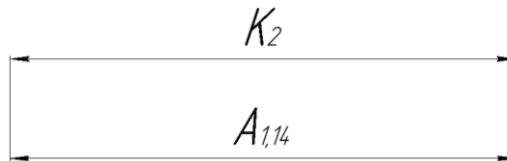


Рисунок 7. Размерная цепь № 2

$$TK_2 = 0,30 \text{ мм}; \quad TA_{1,14} = 0,12 \text{ мм}$$

K_2 - выдерживается непосредственно.

Рассмотрим размерную цепь для размера K_3 (рис. 8).

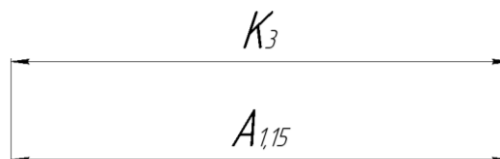


Рисунок 8. Размерная цепь № 3

$$TK_3 = 0,25 \text{ мм}; \quad TA_{1,15} = 0,15 \text{ мм}$$

K_3 - выдерживается непосредственно.

Рассмотрим размерную цепь для размера K_4 (рис. 9).

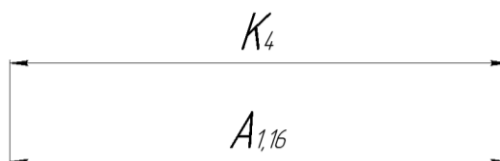


Рисунок 9. Размерная цепь № 4

$$TK_4 = 0,21 \text{ мм}; \quad TA_{1,16} = 0,20 \text{ мм}$$

K_4 - выдерживается непосредственно.

Рассмотрим размерную цепь для размера K_5 (рис. 10).

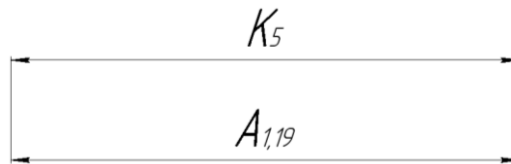


Рисунок 10. Размерная цепь № 5

$$TK_5 = 0,18 \text{ мм}; \quad TA_{1,19} = 0,15 \text{ мм}$$

K_5 - выдерживается непосредственно.

Рассмотрим размерную цепь для размера K_6 (рис. 11).

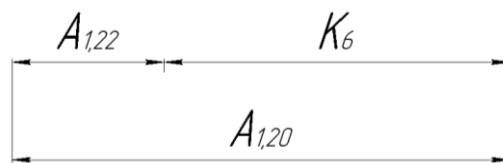


Рисунок 11. Размерная цепь № 6

$$TK_6 = 0,12 \text{ мм}; \quad TA_{1,20} - TA_{1,22} = 0,20 - 0,08 = 0,12 \text{ мм}$$

K_6 - выдерживается.

Рассмотрим размерную цепь для размера K_7 (рис. 12).

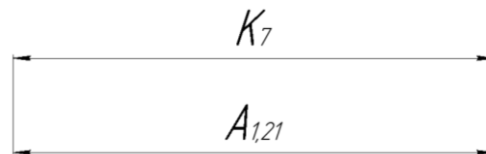


Рисунок 12. Размерная цепь № 7

$$TK_7 = 0,10 \text{ мм}; \quad TA_{1,21} = 0,08 \text{ мм}$$

K_7 - выдерживается непосредственно.

Рассмотрим размерную цепь для размера K_8 (рис. 13).

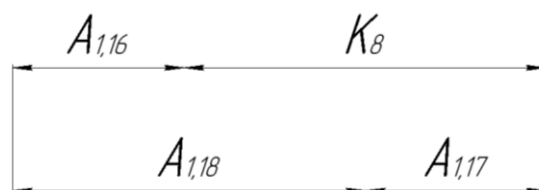


Рисунок 13. Размерная цепь № 8

$$TK_8 = 0,15 \text{ мм}; \quad TA_{1,16} - TA_{1,17} - TA_{1,18} = 0,20 - 0,02 - 0,03 = 0,15 \text{ мм}$$

K_8 - выдерживается.

Рассмотрим размерную цепь для размера K_9 (рис. 14).

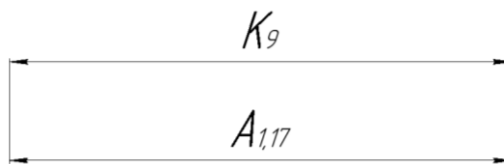


Рисунок 14. Размерная цепь № 9

$$TK_9 = 0,10 \text{ мм}; \quad TA_{1,17} = 0,02 \text{ мм}$$

K_9 - выдерживается непосредственно.

Рассмотрим размерную цепь для размера K_{10} (рис. 15).

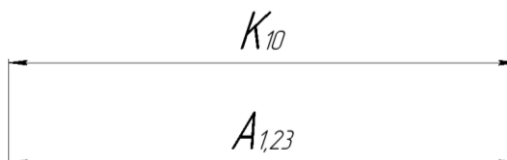


Рисунок 15. Размерная цепь № 10

$$TK_{10} = 0,10 \text{ мм}; \quad TA_{1,23} = 0,08 \text{ мм}$$

K_{10} - выдерживается непосредственно.

Рассмотрим размерную цепь для размера K_{11} (рис. 16).

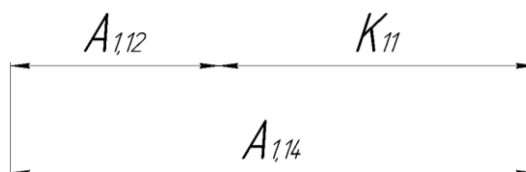


Рисунок 16. Размерная цепь № 11

$$TK_{11} = 0,18 \text{ мм}; \quad TA_{1,12} - TA_{1,14} = 0,35 - 0,12 = 0,23 \text{ мм}$$

K_{11} - выдерживается непосредственно.

Рассмотрим размерную цепь для размера K_{12} (рис. 17).

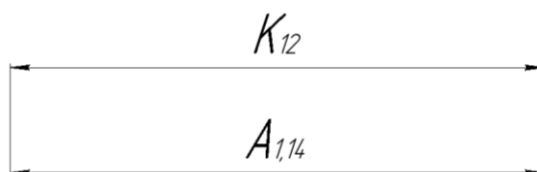


Рисунок 17. Размерная цепь № 12

$$TK_{12} = 0,18 \text{ мм}; \quad TA_{1,14} = 0,12 \text{ мм}$$

K_{12} - выдерживается непосредственно.

Рассмотрим размерную цепь для размера K_{13} (рис. 18).



Рисунок 18. Размерная цепь № 13

$$TK_{13} = 0,10\text{мм}; TA_{1.11} - TA_{1.12} = 0,40 - 0,35 = 0,05\text{мм}.$$

K_{13} - выдерживается непосредственно.

Рассмотрим размерную цепь для размера K_{14} (рис. 19).

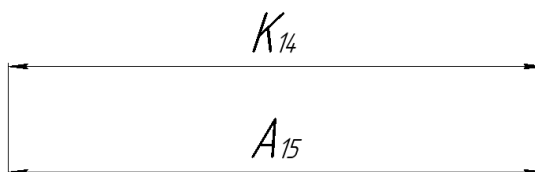


Рисунок 19. Размерная цепь № 14

$$TK_{14} = 0,10; TA_{15} = 0,10\text{мм}$$

K_{14} - выдерживается непосредственно.

Рассмотрим размерную цепь для размера K_{15} (рис. 20).

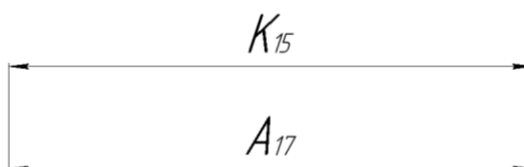


Рисунок 20. Размерная цепь № 15

$$TK_{15} = 0,10; TA_{17} = 0,10\text{мм}$$

K_{15} - выдерживается непосредственно.

Рассмотрим размерную цепь для размера K_{16} (рис. 21).

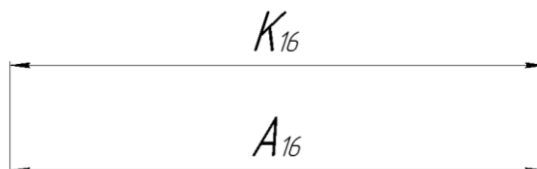


Рисунок 21. Размерная цепь № 16

$$TK_{16} = 0,10; TA_{16} = 0,10\text{мм}$$

K_{16} - выдерживается непосредственно.

Рассмотрим размерную цепь для размера K_{17} (рис. 22).

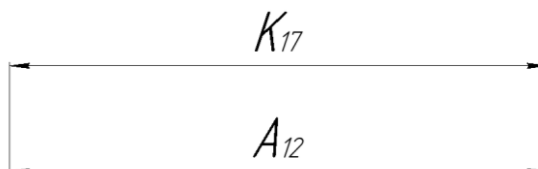


Рисунок 22. Размерная цепь № 17

$$TK_{17} = 0,30; TA_{12} = 0,25 \text{ мм}$$

K_{17} - выдерживается непосредственно.

Рассмотрим размерную цепь для размера K_{18} (рис. 23).

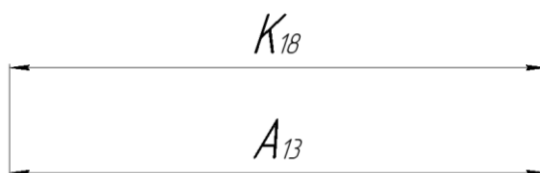


Рисунок 23. Размерная цепь № 18

$$TK_{18} = 0,25; \quad TA_{13} = 0,20\text{мм}$$

K_{17} - выдерживается непосредственно.

Рассмотрим размерную цепь для размера K_{19} (рис. 24).

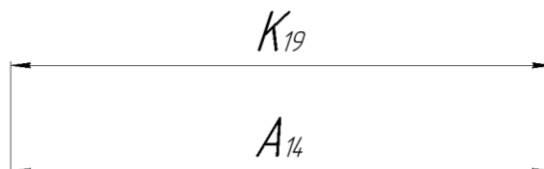


Рисунок 24. Размерная цепь № 19

$$TK_{19} = 0,21; \quad TA_{14} = 0,20\text{мм}$$

K_{17} - выдерживается непосредственно.

Рассмотрим размерную цепь для размера K_{20} (рис. 25).

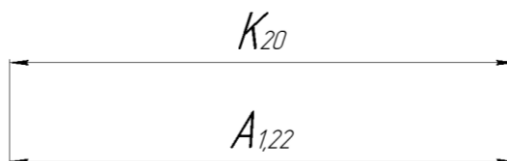


Рисунок 25. Размерная цепь № 20

$$TK_{20} = 0,10; \quad TA_{1,22} = 0,08\text{мм}$$

K_{17} - выдерживается непосредственно.

1.7.4 Расчёт припусков на обработку заготовки

Расчет припусков, значительно важный этап разработки детали.

В результате недостаточных припусков возрастает возможность получения брака, это ведет за собой повышение себестоимости выпускаемой продукции. Преувеличенные припуски вызывают повышение количества технологических переходов, увеличивают расход на энергопотребление, износ режущего инструмента, перерасход материала.

Назначение оптимальных припусков на обработку и технологических допусков на размеры заготовок имеет значительное технико-экономическое значение.

Рациональный припуск должен быть таким, чтобы удалить дефектный слой металла с заготовки, достигнуть необходимого качества, поверхностного слоя и устранения погрешности базирования и установки детали.

1.7.4.1 Расчет припусков на диаметральные размеры

Минимальный припуск на обрабатываемый диаметр определяется по формуле из [2, стр. 47]:

$$2 \cdot z_{i\min} = 2 \cdot (Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}), \quad (7)$$

Где $z_{i\min}$ - минимальный припуск на обработку поверхности вращения, мкм; Rz_{i-1} - шероховатость с предыдущего перехода, мкм; h_{i-1} - толщина дефектного поверхностного слоя, сформированного с предыдущего перехода, мкм; ρ_{i-1} - суммарная погрешность формы, полученная на предшествующем переходе, мкм; ε_i - погрешность установки и закрепления перед рассматриваемой обработкой (во время рассматриваемой обработки), мкм.

$$\rho_{i-1} = \rho_{\phi_{i-1}} = \Delta_k \cdot l = 0,5 \cdot 50 = 25 \text{ мкм}$$

Припуски $2 \cdot Z_{11}$:

Расчетный минимальный припуск:

$$2 \cdot Z_{11\min} = 2 \cdot (80 + 100 + \sqrt{25^2 + 370^2}) = 1100 \text{ мкм.}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$T2Z_{11} = TD_{01} + TD_{11} = 1400 + 250 = 1650 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$2 \cdot Z_{11\max} = 2 \cdot Z_{11\min} + T2Z_{11} = 1100 + 1650 = 2750 \text{ мкм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$2 \cdot Z_{11\text{cp}} = \frac{2 \cdot Z_{11\max} + 2 \cdot Z_{11\min}}{2} \pm \frac{T2Z_{11}}{2} = \frac{2750 + 1100}{2} \pm \frac{1650}{2} == 1925 \pm 825 \text{ мкм.}$$

Припуски $2 \cdot Z_{12}$:

Расчетный минимальный припуск:

$$2 \cdot Z_{12\min} = 2 \cdot (80 + 100 + \sqrt{0^2 + 80^2}) = 520 \text{ мкм.}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$T2Z_{12} = TD_{11} + TD_{12} = 250 + 250 = 500 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$2 \cdot Z_{12\max} = 2 \cdot Z_{12\min} + T2Z_{12} = 520 + 500 = 1020 \text{ мкм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$2 \cdot Z_{12\text{cp}} = \frac{2 \cdot Z_{12\max} + 2 \cdot Z_{12\min}}{2} \pm \frac{T2Z_{12}}{2} = \frac{1020 + 520}{2} \pm \frac{500}{2} == 770 \pm 250 \text{ мкм.}$$

Припуски $2 \cdot Z_{13}$:

Расчетный минимальный припуск:

$$2 \cdot Z_{13_{min}} = 2 \cdot (80 + 100 + \sqrt{0^2 + 70^2}) = 500 \text{ мкм.}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$T2Z_{13} = TD_{12} + TD_{13} = 250 + 66 = 316 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$2 \cdot Z_{13_{max}} = 2 \cdot Z_{13_{min}} + T2Z_{13} = 500 + 316 = 816 \text{ мкм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$2 \cdot Z_{13_{cp}} = \frac{2 \cdot Z_{13_{max}} + 2 \cdot Z_{13_{min}}}{2} \pm \frac{T2Z_{13}}{2} = \frac{816 + 400}{2} \pm \frac{316}{2} = 608 \pm 158 \text{ мкм.}$$

Припуски $2 \cdot Z_{14}$:

Расчетный минимальный припуск:

$$2 \cdot Z_{14_{min}} = 2 \cdot (80 + 100 + \sqrt{0^2 + 70^2}) = 500 \text{ мкм.}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$T2Z_{14} = TD_{13} + TD_{14} = 210 + 66 = 276 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$2 \cdot Z_{14_{max}} = 2 \cdot Z_{14_{min}} + T2Z_{14} = 500 + 276 = 776 \text{ мкм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$2 \cdot Z_{14_{cp}} = \frac{2 \cdot Z_{14_{max}} + 2 \cdot Z_{14_{min}}}{2} \pm \frac{T2Z_{14}}{2} = \frac{776 + 500}{2} \pm \frac{276}{2} = 638 \pm 138 \text{ мкм.}$$

Припуски $2 \cdot Z_{1,18}$:

Расчетный минимальный припуск:

$$2 \cdot Z_{1,18_{min}} = 2 \cdot (80 + 100 + \sqrt{0^2 + 370^2}) = 1100 \text{ мкм.}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$T2Z_{1,18} = TD_{11} + TD_{1,18} = 250 + 350 = 600 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$2 \cdot Z_{1,18_{max}} = 2 \cdot Z_{1,18_{min}} + T2Z_{15} = 1100 + 600 = 1700 \text{ мкм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$\begin{aligned} 2 \cdot Z_{1,18_{cp}} &= \frac{2 \cdot Z_{1,18_{max}} + 2 \cdot Z_{1,18_{min}}}{2} \pm \frac{T2Z_{1,18}}{2} = \frac{1700 + 1100}{2} \pm \frac{600}{2} = \\ &= 1400 \pm 300 \text{ мкм.} \end{aligned}$$

Полученные данные вносим в таблицу 2

Таблица 2

Расчет- ный при- пуск	Элементы припуска				Расчетный припуск min, мкм	Сумма до- пусков звеньев в цепи, мкм	Расчетный припуск max, мкм	Расчетный сред- ний припуск, мкм
	Rz_{i-1}	h_{i-1}	ρ_{i-1}	ε_i				
$2Z_{11}$	80	100	25	370	1100	1650	2750	1925 ± 825
$2Z_{12}$	80	100	0	80	520	500	1020	770 ± 250
$2Z_{13}$	80	100	0	70	500	316	816	608 ± 158
$2Z_{14}$	80	100	0	70	500	276	776	638 ± 138
$2Z_{1,18}$	80	100	0	370	1100	600	1700	1400 ± 300

1.7.4.2 Расчет припусков на осевые размеры

Расчёт припуска на обработку плоскости, определяется по формуле из учебника [2, стр. 47]:

$$Z_{i \min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} \quad (8)$$

$$\rho_{i-1} = \rho_{\phi i-1} + \rho_{pi-1} = 30 + 80 = 110 \text{ мкм}$$

Припуски Z_{11} :

Расчетный минимальный припуск:

$$Z_{11 \min} = 80 + 70 + 110 = 260 \text{ мкм.}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_{11} = TA_{01} + TA_{11} = 1000 + 1220 = 2200 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{11 \max} = Z_{11 \min} + TZ_{11} = 260 + 2200 = 2460 \text{ мкм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{11 \text{cp}} = \frac{Z_{11 \max} + Z_{11 \min}}{2} \pm \frac{TZ_{11}}{2} = \frac{2460 + 260}{2} \pm \frac{2200}{2} = 1360 \pm 1100 \text{ мкм.}$$

Припуски $Z_{1,10}$:

Расчетный минимальный припуск:

$$Z_{1,10 \min} = 80 + 70 + 110 = 260 \text{ мкм.}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_{1,10} = TA_{1,10} + TA_{11} = 800 + 1220 = 2020 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{1,10 \max} = Z_{1,10 \min} + TZ_{1,10} = 260 + 2020 = 2280 \text{ мкм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{1,10_{cp}} = \frac{Z_{1,10_{max}} + Z_{1,10_{min}}}{2} \pm \frac{TZ_{1,10}}{2} = \frac{2280 + 260}{2} \pm \frac{2020}{2} = 1270 \pm 1010 \text{ мкм.}$$

Рассчитанные данные заносим в таблицу 3.

Таблица 3

Расчет- ный при- пуск	Составляющие при- пуска			Расчетный припуск min, мкм	Сумма до- пусков звеньев в цепи, мкм	Расчетный припуск max, мкм	Расчетный сред- ний припуск, мкм
	Rz_{i-1}	h_{i-1}	ρ_{i-1}				
Z_{11}	80	70	110	260	2200	2460	1360 ± 1100
$Z_{1,10}$	80	70	110	260	2020	2280	1270 ± 1010

1.7.5 Расчёт технологических размеров

1.7.5.1 Расчет технологических размеров на диаметральные размеры

Из размерного анализа технологического процесса обработки, производим расчёт технологических размеров, для этого составим размерные цепи.

Расчет размера при обработке отверстия D_{01} . Рис. 26.

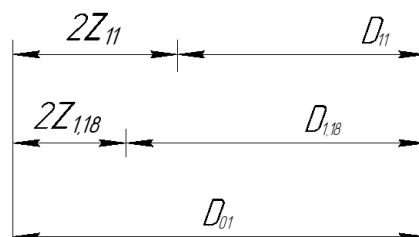


Рисунок 26. Размерная цепь для расчета размера $\varnothing 45h12$, обработка наружной поверхности.

Технологический размер $D_{1,18}$ равен конструкторскому K_{D18} , т.е.: $D_{1,18} = K_{D18} = \varnothing 45h12$ мм – принятый технологический размер, получаемый после точения поверхности.

Находим технологический размер D_{01} :

$$D_{1,18_{cp}} = 45 - \frac{0,25}{2} = 44,875 \text{ мм.}$$

$$D_{01_{cp}} = D_{1,18_{cp}} + 2Z_{1,18_{cp}} = 44,875 + 1,400 = 46,275 \text{ мм}$$

Так как $TD_{01} = 1,4^{+0,4}_{-1,0}$ мм, то $D_{01_{расч}} = 46,275^{+0,4}_{-1,0}$ мм.

Так как размер охватываемый, то округляем номинальный размер в большую сторону с точностью до сотых долей миллиметра:

$$D_{01} = 46,5^{+0,4}_{-1,0} \text{ мм.}$$

Пересчитываем величины наименьшего и наибольшего припуска при черновом то-
чении:

$$2 \cdot Z_{1,18_{max}} = D_{01_{max}} - D_{1,18_{min}} = 46,9 - 44,75 = 2,15 \text{ мм.}$$

$$2 \cdot Z_{1,18_{min}} = D_{01_{min}} - D_{1,18_{max}} = 45,5 - 45 = 0,50 \text{ мм.}$$

Глубину резания рассчитываем по формуле: $t = \frac{2Z}{2}$.

Тогда наибольшая возможная глубина резания t_{max} (необходима для расчета наибольшей возможной силы резания и мощности станка):

$$t_{1,18_{max}} = \frac{2Z_{1,18_{max}}}{2} = \frac{2,15}{2} = 1,075 \text{ мм.}$$

Наименьшая глубина резания:

$$t_{1,18_{min}} = \frac{2Z_{1,18_{min}}}{2} = \frac{0,50}{2} = 0,25 \text{ мм.}$$

Средняя глубина резания t_{cp} (необходима для расчета скорости резания):

$$t_{1,18_{cp}} = \frac{t_{1,18_{max}} + t_{1,18_{min}}}{2} = \frac{(1,075 + 0,25)}{2} = 0,6625 \text{ мм.}$$

Находим технологический размер D_{11} :

$$D_{01_{cp}} = 46,2 \text{ мм.}$$

$$D_{11_{cp}} = D_{01_{cp}} - 2 \cdot Z_{11_{cp}} = 46,2 - 1,925 = 44,275 \text{ мм.}$$

Так как $TD_{11} = 0,25(-0,25) \text{ мм}$, то $D_{11_{расч}} = 44,275(-0,25) \text{ мм}$.

Округляем номинальный размер в большую сторону (так как это охватываемый размер) с точностью до сотых долей миллиметра:

$$D_{11} = 44,3(-0,25) \text{ мм.}$$

Пересчитываем величины наименьшего и наибольшего припуска при черновом точении:

$$2 \cdot Z_{11_{max}} = D_{01_{max}} - D_{11_{min}} = 46,9 - 44,05 = 2,85 \text{ мм.}$$

$$2 \cdot Z_{11_{min}} = D_{01_{min}} - D_{11_{max}} = 45,5 - 44,3 = 1,2 \text{ мм.}$$

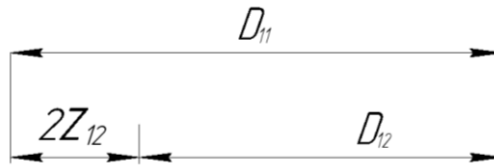
Наибольшая глубина резания: $t_{11_{max}} = \frac{2Z_{11_{max}}}{2} = \frac{2,85}{2} = 1,425 \text{ мм.}$

Наименьшая глубина резания: $t_{11_{min}} = \frac{2Z_{11_{min}}}{2} = \frac{1,2}{2} = 0,6 \text{ мм.}$

Средняя глубина резания:

$$t_{11_{cp}} = \frac{t_{11_{max}} + t_{11_{min}}}{2} = \frac{(1,425 + 0,6)}{2} = 1,0125 \text{ мм.}$$

Находим технологический размер D_{12} :



$$D_{11\text{cp}} = 40,875 \text{ мм.}$$

$$D_{12\text{cp}} = D_{11\text{cp}} - 2 \cdot Z_{12\text{cp}} = 40,875 - 0,770 = 40,105 \text{ мм.}$$

Так как $TD_{12} = 0,25_{(-0,25)}$ мм, то $D_{12\text{расч}} = 40,105_{(-0,25)}$ мм.

Так как размер охватываемый, то округляем номинальный размер в большую сторону с точностью до сотых долей миллиметра:

$$D_{12} = 40,2_{(-0,25)} \text{ мм.}$$

Пересчитываем величины наименьшего и наибольшего припуска при черновом то-
чении:

$$2 \cdot Z_{12\text{max}} = D_{11\text{max}} - D_{12\text{min}} = 41 - 39,95 = 1,05 \text{ мм.}$$

$$2 \cdot Z_{12\text{min}} = D_{11\text{min}} - D_{12\text{max}} = 40,75 - 40,2 = 0,55 \text{ мм.}$$

Наибольшая глубина резания: $t_{12\text{max}} = \frac{2Z_{12\text{max}}}{2} = \frac{1,05}{2} = 0,525 \text{ мм.}$

Наименьшая глубина резания: $t_{12\text{min}} = \frac{2Z_{12\text{min}}}{2} = \frac{0,55}{2} = 0,275 \text{ мм.}$

Средняя глубина резания:

$$t_{12\text{cp}} = \frac{t_{12\text{max}} + t_{12\text{min}}}{2} = \frac{(0,525 + 0,275)}{2} = 0,4 \text{ мм.}$$

Находим технологический размер D_{13} рисунок. 27:

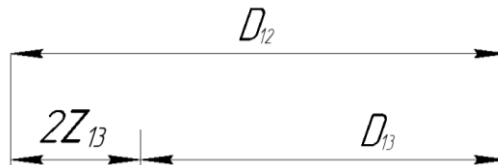


Рисунок 27. Размерная цепь для расчета размера D_{13}

$$D_{12\text{cp}} = 39,875 \text{ мм.}$$

$$D_{13\text{cp}} = D_{12\text{cp}} - 2 \cdot Z_{13\text{cp}} = 39,875 - 0,608 = 39,267 \text{ мм.}$$

Так как $TD_{13} = 0,066_{(-0,059)}^{(+0,007)}$ мм, то $D_{13\text{расч}} = 39,267_{(-0,059)}^{(+0,007)}$ мм.

Так как размер охватываемый, то округляем номинальный размер в большую сторону с точностью до сотых долей миллиметра:

$$D_{13} = 39,3_{(-0,059)}^{(+0,007)} \text{ мм.}$$

Пересчитываем величины наименьшего и наибольшего припуска при черновом то-
чении:

$$2 \cdot Z_{13_{max}} = D_{12_{max}} - D_{13_{min}} = 40 - 39,241 = 0,759 \text{ мм.}$$

$$2 \cdot Z_{13_{min}} = D_{12_{min}} - D_{13_{max}} = 39,75 - 39,307 = 0,443 \text{ мм.}$$

$$\text{Наибольшая глубина резания: } t_{13_{max}} = \frac{2Z_{13_{max}}}{2} = \frac{0,759}{2} = 0,3795 \text{ мм.}$$

$$\text{Наименьшая глубина резания: } t_{13_{min}} = \frac{2Z_{13_{min}}}{2} = \frac{0,443}{2} = 0,2215 \text{ мм.}$$

Средняя глубина резания:

$$t_{13_{cp}} = \frac{t_{13_{max}} + t_{13_{min}}}{2} = \frac{(0,3795 + 0,2215)}{2} = 0,601 \text{ мм.}$$

Находим технологический размер D_{14} рисунок 28:

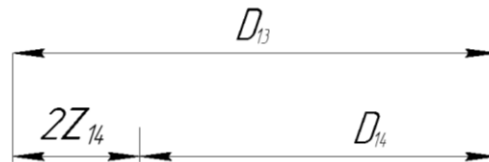


Рисунок 28. Размерная цепь для расчета размера D_{14}

$$D_{13_{cp}} = 23,967 \text{ мм.}$$

$$D_{14_{cp}} = D_{13_{cp}} - 2 \cdot Z_{14_{cp}} = 23,967 - 0,638 = 23,329 \text{ мм.}$$

Так как $TD_{14} = 0,21(-0,21)$ мм, то $D_{14_{расч}} = 23,329(-0,21)$ мм.

Округляем номинальный размер в большую сторону (так как это охватываемый размер) с точностью до сотых долей миллиметра:

$$D_{14} = 23,4(-0,21) \text{ мм.}$$

Пересчитываем величины наименьшего и наибольшего припуска при черновом то-
чении:

$$2 \cdot Z_{14_{max}} = D_{13_{max}} - D_{14_{min}} = 24 - 23,19 = 0,81 \text{ мм.}$$

$$2 \cdot Z_{14_{min}} = D_{13_{min}} - D_{14_{max}} = 23,934 - 23,4 = 0,534 \text{ мм.}$$

$$\text{Наибольшая глубина резания: } t_{14_{max}} = \frac{2Z_{14_{max}}}{2} = \frac{0,81}{2} = 0,405 \text{ мм.}$$

$$\text{Наименьшая глубина резания: } t_{14_{min}} = \frac{2Z_{14_{min}}}{2} = \frac{0,534}{2} = 0,267 \text{ мм.}$$

Средняя глубина резания:

$$t_{14_{cp}} = \frac{t_{14_{max}} + t_{14_{min}}}{2} = \frac{(0,405 + 0,267)}{2} = 0,336 \text{ мм.}$$

Рассчитанные данные заносим в таблицу 4

Таблица 4

	Рассчитанный размер, мм	Наибольшая глубина резания, мм	Наименьшая глубина резания	Средняя глубина резания
D ₀₁	46,5 ^(+0,4) _(-1,0)	1,075	0,25	0,6625
D ₁₁	44,3 _(-0,25)	1,425	0,6	1,0125
D ₁₂	40,2 _(-0,25)	0,525	0,275	0,4
D ₁₃	39,3 ^(+0,007) _(-0,059)	0,3795	0,2215	0,601
D ₁₄	22,4 _(-0,21)	0,405	0,267	0,336

1.7.5.2 Расчет технологических размеров на осевые размеры

Расчет технологического размера A₁₁ рисунок 29:

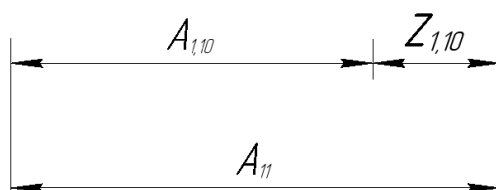


Рисунок 29. Размерная цепь для расчета размера A₁₁

$$A_{1,10\text{cp}} = 78 \pm 0,15 \text{ мм.}$$

$$A_{11\text{cp}} = A_{1,10\text{cp}} + Z_{1,11\text{cp}} = 78 + 1,360 = 79,360 \text{ мм.}$$

Так как TA₁₁ = 0,30^(+0,15)_(-0,15) мм, то A_{11расч} = 79,360^(+0,15)_(-0,15) мм.

Так как размер охватываемый, то округляем номинальный размер в большую сторону с точностью до сотых долей миллиметра:

$$A_{11} = 79,40^{(+0,15)}_{(-0,15)} \text{ мм.}$$

$$Z_{1,10\text{max}} = 2,280 \text{ мм; } Z_{1,10\text{min}} = 0,260 \text{ мм.}$$

Средняя глубина резания:

$$t_{1,10\text{cp}} = \frac{t_{1,10\text{max}} + t_{1,10\text{min}}}{2} = \frac{(2,280 + 0,260)}{2} = 1,27 \text{ мм.}$$

Находим технологический размер A₀₁ рисунок 30:

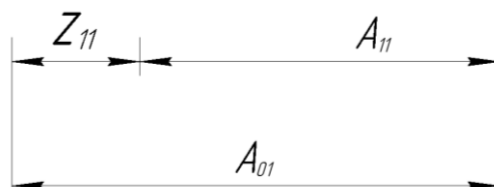


Рисунок 30. Размерная цепь для расчета размера A₀₁

$$A_{11\text{cp}} = 79,4 \pm 0,15 \text{ мм.}$$

$$A_{01_{cp}} = A_{11_{cp}} + Z_{11_{cp}} = 79 + 1,360 = 80,360 \text{ мм.}$$

Так как $TA_{01} = 1_{(-0,5)}^{(+0,5)}$ мм, то $A_{01_{расч}} = 80,360_{(-0,5)}^{(+0,5)}$ мм.

$$A_{01} = 80,4_{(-0,5)}^{(+0,5)} \text{ мм.}$$

$$Z_{11_{max}} = 2,460 \text{ мм; } Z_{11_{min}} = 0,260 \text{ мм.}$$

Средняя глубина резания:

$$t_{11_{cp}} = \frac{t_{11_{max}} + t_{11_{min}}}{2} = \frac{(2,460 + 0,260)}{2} = 1,36 \text{ мм.}$$

Рассчитанные данные заносим в таблицу 5

Таблица 5

	Рассчитанный размер, мм	Наибольшая глубина резания, мм	Наименьшая глубина резания	Средняя глубина резания
A_{11}	$79,40_{(-0,15)}^{(+0,15)}$	2,280	0,260	1,27
A_{01}	$80,4_{(-0,5)}^{(+0,5)} \text{ мм.}$	2.460	0,260	1,36

1.8. Выбор средств технологического оснащения

При выборе оборудования нужно обращать внимание на тип производства и объем выпуска деталей. Оборудование, которое производит механообработку, назначают на каждую операцию технологического процесса детали.

Технические характеристики представлены в таблице 6 и 7.

Токарно-универсальный станок с ЧПУ
Модель GA-2000

Таблица 6

Максимальный диаметр устанавливаемого изделия	мм	580
Максимальный диаметр прутка	мм	51
Максимальные диаметр/длина точения	мм	350/310
Максимальный вес устанавливаемого изделия	кг	170
Передаточное отношение		4:5
Перемещения		
По оси X	мм	205
По оси Z	мм	350
Мощность двигателя привода шпинделя (номинал/30мин/пиковая)	кВт	11/15/18
Диапазон скоростей вращения шпинделя	об/мин	48–4800
Диаметр патрона	дюйм	8
Количество инструментов (из них приводных)		12
Диапазон скоростей вращения револьверной головки с приводом	об/мин	40–4000
Крутящий момент/максимальная скорость	Нм/мин-1	230/33
Диаметр / ход пиноли	мм	70/150
Точность позиционирования / повторяемость, мм		$\pm 0,005/\pm 0,003$
Масса	кг	3500

Универсальный фрезерный станок
Модель DMU 50

Таблица 7 - Технические характеристики

Максимальный ход по оси X, мм	500
Максимальный ход по оси Y, мм	450
Максимальный ход по оси Z, мм	400
Максимальная нагрузка на стол, кг	300
Диаметр стола, мм	630
Высота заготовки, мм	300
Частота вращения шпинделя, об/мин	14000
Вместимость инструментального магазина	60
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	14
Ускоренный ход:	
Ось X м/мин	30
Ось Y м/мин	30
Ось Z м/мин	30

1.9 Расчет режимов резания

Назначая режимы резания, необходимо учитывать:

- характер обработки;
- размеры, тип и материал режущей части инструмента;
- тип и состояние оборудования;
- материал и принцип получения заготовки.

Элементы режима резания, чаще всего, устанавливают в порядке, указанном ниже:

1. глубина резания;
2. подача;
3. скорость резания.

Далее рассчитываются:

1. число оборотов;
2. фактическая скорость резания;
3. главная составляющая силы резания;
4. мощность резания;
5. мощность главного привода движения;
6. проверка по мощности.

10.1 Токарная операция с ЧПУ: подрезка торца A_{11}

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [3, с. 116] – T15K6.

Глубина резания при обработке равна максимальному припуску на обработку:

$$t_{11cp} = Z_{11cp} \approx 1.36 \text{ мм.}$$

Подачу S назначаем по таблице 11 [3, с.266].

Для данной глубины резания: $s = 0.65 \text{ мм/об.}$

Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V, \quad (10)$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T=60 \text{ мин.}$

Значения коэффициентов: $C_V = 350$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,35$ – определены по таблице 17 [3, с.269].

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} \approx 1$$

Скорость резания определяем для

$$t_{11cp} = Z_{11cp} \approx 1.36 \text{ мм. формула (10):}$$

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 1,36^{0,15} \cdot 0,65^{0,45}} \cdot 1 = 171,351 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 146,8}{3,14 \cdot 50} = 1090,86 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка, типа обработки и обрабатываемого инструментального материала:

$$n = 1100 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 190 \cdot 207}{1000} = 172 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

10.2 Токарная операция с ЧПУ: черновое точение ØД₁₁

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [3, с. 116] – Т15К6.

Глубина резания при данной обработке назначается в зависимости от требований к точности размеров и шероховатости обработанной поверхности: $t = 0,7125$ мм.

Подачу S назначаем по таблице 14 [3, с.266]. При данной обработке подачу назначают в зависимости от требований к точности размеров и шероховатости обработанной поверхности: $s = 0,5$ мм/об.

Скорость резания определяется по формуле (10):

Период стойкости инструмента принимаем: $T=60$ мин.

Значения коэффициентов: $C_V = 350$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,35$ – определены по таблице 17 [3, с.269].

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 0,7125^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} \cdot 1 = 206,96 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 206,96}{3,14 \cdot 41} = 1606,74 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка, типа обработки и обрабатываемого инструментального материала:

$$n = 1600 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 41 \cdot 1600}{1000} = 111 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

10.7 Сверлильная операция с ЧПУ: сверление отверстия ØД₁₆

Диаметр сверла $D = 1\text{ мм}$.

Материал сверла – быстрорежущая сталь Р6М5.

Глубина сверления:

$$t_{\text{сверл}} = 0,5D_{\text{сверл.}}$$

Глубина резания $t_1 = 0,5\text{ мм}$.

Подача по таблице 25 [3, с. 277]: $S=0,1\text{ мм/об}$.

Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_V \quad (11)$$

Период стойкости инструмента принимаем по таблице 30 [3, с. 279]: $T=15\text{ мин}$.

Значения коэффициентов: $C_V=7,0$; $q = 0,40$; $m = 0,20$; $y = 0,70$ – определены по таблице 28 [3, с. 278].

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{иV} \approx 1$$

Скорость резания, формула (11)

$$V_1 = \frac{C_V \cdot D_1^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{7,0 \cdot 1^{0,40}}{15^{0,20} \cdot 0,1^{0,7}} \cdot 1 = 2,04 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n_1 = \frac{1000 \cdot V_1}{\pi \cdot D_1} = \frac{1000 \cdot 2,04}{3,14 \cdot 1} = 649,72 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{\text{ст}} = 650 \text{ об/мин.}$$

Фактическая скорость резания:

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D_1 \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 1 \cdot 650}{1000} = 2,6 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

10.17 Токарная операция с ЧПУ: нарезание резьбы ØД_{1.16}

Для расчета скорости резания при резьбонарезании, воспользуемся формулой из [3, с.295]

Материал режущей части Т15К6.

Число рабочих ходов $i = 7$ табл. 46 [3, с.294]

Подача $s = 1.25\text{ мм/об}$

$$v = \frac{C_v \cdot i^x}{T^m \cdot S^y} \cdot K_V \quad (15)$$

Значения коэффициентов приведены в таблице 49 [3, с.295].

$C_v = 244$; $x = 0,23$; $y = 0,30$; $m = 0,2$; Значение стойкости $T = 70$ мин.

$$v = \frac{C_v \cdot i^x}{T^m \cdot s^y} \cdot K_V = \frac{244 \cdot 7^{0,23}}{70^{0,2} \cdot 1,25^{0,30}} \cdot 1 = 153 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n_1 = \frac{1000 \cdot V_1}{\pi \cdot D_1} = \frac{1000 \cdot 153}{3,14 \cdot 14} = 3480 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

Силовые зависимости рассчитываются по формуле [3, с.294]:

$$P_z = \frac{10C_p P^y}{i^n} K_p$$

Шаг резьбы $P = 1,25$ мм.

Коэффициент $C_p = 148$; $y = 1,7$; $n = 0,71$ табл. 51 [3, с.294].

$$P_z = \frac{10C_p P^y}{i^n} K_p = \frac{10 \cdot 148 \cdot 1,25^{1,7}}{7^{0,71}} = 543 \text{ Н}.$$

Мощность при нарезании резьбы:

$$N = \frac{P_z v}{1020 \cdot 60} = \frac{543 \cdot 153}{61200} = 1,36 \text{ кВт}.$$

10.21 Фрезерная операция с ЧПУ: фрезерование поверхности A_{21} .

Диаметр сверла $D = 6,7$ мм.

Материал фрезы – твердый сплав Т15К6.

Глубина резания: $t_{14} = 8$ мм.

Ширина фрезерования $B = 32$ мм.

Подача по таблицам 33 -38 [3, с. 282]:

$$s_m = s_n = s_z z n$$

$S_z = 0,15$ мм/об – подача на зуб.

Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x s_z^y B^u \cdot z^p} \cdot K_V \quad (16)$$

Период стойкости инструмента принимаем по таблице 40 [3, с. 282]: $D=90$; $T=180$ мин.

Значения коэффициентов: $C_v = 332$; $q = 0,2$; $m = 0,2$; $x = 0,1$ $y = 0,4$; $u = 0,2$; $p = 0$ – определены по таблице 39 [3, с. 286].

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV} \approx 1$$

Скорость резания, формула (15):

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x s_z^y B^u \cdot z^p} \cdot K_V = \frac{332 \cdot 90^{0,2}}{180^{0,2} \cdot 8^{0,1} \cdot 0,15^{0,4} \cdot 32^{0,2} \cdot 8^0} \cdot 1 = 250,71 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n_1 = \frac{1000 \cdot V_1}{\pi \cdot D_1} = \frac{1000 \cdot 250,71}{3,14 \cdot 90} = 887,155 \frac{\text{об}}{\text{мин}},$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{\text{ст}} = 890 \text{ об/мин.}$$

Фактическая скорость резания:

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D_1 \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 90 \cdot 890}{1000} = 251,5 \frac{\text{м}}{\text{мин}},$$

Определяем крутящий момент по формуле:

$$M_{\text{кр}} = \frac{P_z D}{2 \cdot 100} \quad (17)$$

Значения коэффициента: $P_z = 1,2$ определен по таблице 42 [3, с. 281], D – диаметр фрезы.

Максимальный крутящий момент, формула (18):

$$M_{\text{кр}} = \frac{P_z D}{2 \cdot 100} = \frac{1,2 \cdot 90}{2 \cdot 100} = 0,54 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Определяем силу резания по формуле:

$$P_z = \frac{10 C_p t^x s_z^y B^n \cdot z}{D^q \cdot n^w} K_{MP} \quad (18)$$

Значения коэффициентов: $C_p = 46$; $q = 1,0$; $y = 0,7$; $w = 0,3$ – определены по таблице 33 [3, с. 283].

Максимальная осевая сила по формуле (19):

$$P_z = \frac{10 C_p t^x s_z^y B^n \cdot z}{D^q \cdot n^w} K_{MP} = \frac{10 \cdot 46 \cdot 8^{0,1} \cdot 0,15^{0,4} \cdot 32^{0,2} \cdot 8^0}{90^{0,2} \cdot 890^{0,3}} \cdot 1 = 28,1 \text{ Н}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z v}{1020 \cdot 60} = \frac{28,1 \cdot 251,5}{1020 \cdot 60} = 0,12 \text{ кВт.}$$

Мощность электродвигателя станка достаточна для выполнения операции.

Результаты расчетов режимов резания сведены в таблицу 6

Таблица 6

Номер перехода	S, мм/об	V, м/мин	t, мм	n, об/мин
01	0,8	150	1	1000
11	0,65	172	1,36	110
12	0,5	111	0,7125	1600
13	0,5	213,6	0,4	1700
14	0,5	211	0,6	2800
15	0,5	228	0,336	3300
16	0,5	176	1	3500
	0,3	150	0,6	2700
17	0,1	2,6	4	650
18	0,5	184	1,27	1300
19	0,2	28	5	900
10	0,11	36	3	1900
1,11	0,25	53	6,3	2800
1,12	0,1	326	0,5	4000
1,13	0,1	330	0,5	3000
1,14	0,1	325	0,5	2800
1,15	0,1	326	0,5	2600
1,16	0,1	325	0,5	2700
	0,1	326	0,5	2600
1,17	1,25	153	0,3	3480
	1,5	143	0,3	1100
1,18	0,5	312	0,663	1500
21	0,15	251,5	8	890

1.10 Расчет сил резания

По результатам таблицы 6 рассчитываем силу резания и мощность.

Силы резания рассчитывается по следующим формулам:

Для точения:

$$P_o = 10C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p$$

Численные значения коэфф. K_p приведены в таблицах 9,10 и 23 [3, с.264].

Значения коэффициентов (C_p , n , x , y) определяем по таблице 22 [3, с.273].

Для фрезерования:

$$P_z = \frac{10C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot B^n \cdot z}{D^q \cdot n^w} K_{mp}$$

Где S – подача мм/об; V – скорость резания мм/мин; t – глубина резания мм; B – ширина фрезерования мм; z – количество зубьев фрезы; D – диаметр сверла или фрезы; n – частота вращения об/мин; s_z – подача на зуб;

Остальные элементы формулы являются коэффициентами, которые подбираются согласно входным данным, которые указаны выше.

Мощность резания определяется по следующим формулам:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} \text{ для точения и фрезерования; } M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100}$$

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n}{1020 \cdot 60} \text{ для сверления;}$$

Определяем крутящий момент и осевую силу по формулам

При сверлении:

$$M_{кр} = 10 C_M D^q S^y K_p; \quad P_o = 10 C_p D^q S^y K_p;$$

При рассверливании:

$$M_{кр} = 10 C_M D^q t^x S^y K_p; \quad P_o = 10 C_p t^x S^y K_p;$$

C_p ; C_m – по таблице 32 [3, с. 281]

Значения коэффициентов (C_m , q , y) определяем по таблице 32 [3, с.281].

Коэффициент $K_p = K_{mp} = 0.54$

Результаты расчетов режимов резания сведены в таблицу 7

Таблица 7

Номер пере- хода	Pz, Н	Px, Н	Py, Н	Po, Н	Мкр, Нм	N, кВт
11	622.3	237.1	264.2	-	-	1.9
12	313.5	130	143.8	-	-	0.3
13	160	80	100	-	-	0.6
14	240	85	105	-	-	0.83
15	133	60	70	-	-	0.5
16	411	152	170	-	-	1.2
17св	-	-	-	140	0.10	0.01
18	518	189	208	-	-	1.56
19	-	-	-	2200	9.50	0.14
10	-	-	-	870	2.12	0.07
1,11	-	-	-	3260	18.2	0.833
1,12	264	105	115	-	-	1.41
1,13	263	104	113	-	-	1.42
1,14	264	105	114	-	-	1.41
1,15	264	105	115	-	-	1.40
1,16	266	107	113	-	-	1.43
	264	103	114	-	-	1.41
1,17	543	150	100			1,36
	540	145	90			1,25
1,18	371	131	156	-	-	1.285
21	28,1	-	-	-	0,54	0,12

1.11 Расчет основного времени

Основное время для токарных операций определяем по формуле [4, стр. 603]:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}, \quad (24)$$

Где L – расчётная длина обработки, мм; i – число рабочих ходов; n – частота вращения шпинделя, об/мин; S – подача, мм/об (мм/мин).

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_b + l_{cx} + l_{пд} \quad (25)$$

Где l – размер детали на данном переходе, мм; l_b – величина врезания инструмента, мм; l_{cx} – величина схода инструмента, мм; $l_{пд}$ – величина подвода инструмента, мм.

Принимаем: $l_{cx} = l_{пд} = 1$ мм.

Вспомогательное время определяем по формуле:

$$T_{всп.} = T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{изм.}; \quad (26)$$

где $T_{у.с.}$ – время на установку и снятие детали; $T_{з.о.}$ – время на закрепление и открепление детали; $T_{уп.}$ – время на управление программой; $T_{изм.}$ – время на промер детали; $T_{всп.}$ – вспомогательное время.

Оперативное время:

$$T_{опер.} = T_o + T_{всп.}$$

Время на обслуживание и отдых:

$$T_{о.о.} = 15\% \cdot T_{опер.}$$

Штучное время:

$$T_{шт.} = T_o + T_{всп.} + T_{о.о.}$$

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = T_{шт.} + \left(\frac{T_{п.з.}}{n} \right); \quad (27)$$

где, $T_{п.з.}$ – подготовительно заключительное время = 12 мин (для всех станков с ЧПУ);
 n – количество деталей.

Результаты расчетов сведены в таблицу 8

Таблица 8

Номер пере-хода	L, мм	n, об/мин	S, мм/об	t, мм	t, мин	T _{всп.} , мин	T _{опер.} , мин	T _{о.о.} , мин	T _{шт.} , мин	T _{шт.к.} , мин
01	82	134	0,45	1	0,70	1,5	2,2	0,33	4,03	4,04
11	79,4	110	0,65	1,36	0,8	1,5	20,5	3,075	25,075	25,087
12	51	1600	0,5	0,7125	0,3					
13	38	1700	0,5	0,4	0,025					
14	20	2800	0,5	0,6	0,015					
15	2,4	3300	0,5	0,336	0,003					
16	0,8	3500	0,5	1	0,002					
	0,6	2700	0,3	0,6	0,001					
17св	5	650	0,4	4	0,35					
18	74,4	1300	0,5	1,27	5,75					
центр-е		900	0,2	5	0,4					
10	72	1900	0,11	3	6,5					
1,11	56	2800	0,25	6,3	1,15					
1,12	36	4000	0,1	0,5	2,13					
1,13	23	3000	0,1	0,5	2,7					
1,14	1,2	2800	0,1	0,5	0,2					
1,15	11	2600	0,1	0,5	0,95					
1,16	4	2700	0,1	0,5	0,119					
	0,6	2600	0,1	0,5	0,015					
1,17	13	3480	1,25	0,3	0,23					
	11	1100	1,5	0,3	0,20					
1,18	25	1500	0,5	0,663	1,243					
21	18	890	0,15	8	1,1	1,5	2,6	0,39	2,99	3,002

Общее штучно-калькуляционное время составляет:

$$T_{шт} = 4,04 + 25,087 + 3,002 = 32,129$$

2. Конструкторская часть

В данном разделе проектируется специальное приспособление для фрезерования поверхности

2.1 Исходные данные

Материал обрабатываемой детали – конструкционная углеродистая сталь 45Х с пределом прочности $\sigma_B = 900$ МПа. Толщина снимаемого слоя 8 мм. В качестве режущего инструмента принимаем цилиндрическую фрезу ГОСТ 29092-91. Принимаемая стойкость фрезы $T = 25$ мин машинного времени.

2.2 Выбор режима резания

Данные берем из пункта 10.21 технологической части:

Глубина резания $t = 8$ мм.

Подача на зуб: $S_z = 0,15$ мм/зуб.

Число оборотов с учетом типа станка: $n = 890$ об/мин.

Фактическая скорость резания: $V_1 = 251,5$ м/мин

Диаметр фрезы $D = 90$ мм.

Материал фрезы – твердый сплав Т15К6.

Осевая сила:

$$P_z = \frac{10C_p t^x S_z^y B^n \cdot z}{D^q \cdot n^w} K_{MP} = \frac{10 \cdot 46 \cdot 8^{0,1} \cdot 0,15^{0,4} \cdot 32^{0,2} \cdot 8^0}{90^{0,2} \cdot 890^{0,3}} \cdot 1 = 28,1 \text{ Н}$$

2.3 Определение крутящего момента

Важно учесть, что сила трения в соединении была больше или равна силе резания P_z следовательно [7 стр. 45]:

$$F_{тр} \geq P_z$$

Определяем крутящий момент по формуле:

$$M_{кр} = \frac{P_z D}{2 \cdot 100}$$
$$M = \frac{1,2 \cdot 90}{2 \cdot 100} = 0,54 \text{ Н} \cdot \text{м}$$
$$F_{тр} = W \cdot f_{\text{трение}}$$

Где W – сила закрепления; f – коэффициент трения

$$W = \frac{P_z}{f_{\text{трение}}}$$
$$W = \frac{28,1}{0,15} = 190 \text{ Н}$$

2.4 Погрешность приспособления

Так как данный расчет производился в графическом редакторе КОМПАС 3D возьмем данные из программы и учебника

[7 стр.529 приспособления для фрезерных станков].

Фрезеруемый размер имеет допуск = 0,25 мм

Погрешность установки определим по формуле:

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_{\sigma}^2 + \varepsilon_3^2 + \delta_{п.з}}$$

Где $\varepsilon_{\sigma} = 0,01$ погрешность базирования заготовки в приспособлении; $\varepsilon_3 = 0,05$ погрешность закрепления заготовки; $\delta_{п.з}$ - погрешность расположения заготовки, которая зависит от приспособления [7 стр. 530 - 535];

Погрешность приспособления определим по формуле:

$$\delta_{п.з} = \varepsilon_{пр} + \sqrt{\varepsilon_{р.п}^2 + 3\varepsilon_{м}^2}$$

Где $\varepsilon_{пр} = 0,10$ погрешность изготовления приспособления; $\varepsilon_{р.п} = 0,05$ погрешность расположения приспособления; $\varepsilon_{м} = 0,005$ погрешность расположения заготовки [7 стр. 530 - 535];

$$\delta_{п.з} = \varepsilon_{пр} + \sqrt{\varepsilon_{р.п}^2 + 3\varepsilon_{м}^2} = 0,10 + \sqrt{0,05^2 + 0,005^2} = 0,151 \text{ мм}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_{\sigma}^2 + \varepsilon_3^2 + \delta_{п.з}^2} = \sqrt{0,01^2 + 0,05^2 + 0,151^2} = 0,160 \text{ мм}$$

Таким образом, можно сделать вывод, что допуск на фрезеруемую поверхность и итоговый размер всегда будут годными, так как максимально возможная погрешность приспособления меньше допуска на размер.

2.5 Структура приспособления

Структура приспособления и закрепления детали показаны на рисунках 31-33.

На рисунке 31 видно, как деталь устанавливается на подставку (которая крепится к основанию тисков с помощью болтового соединения) и прижимается призматическими губками.

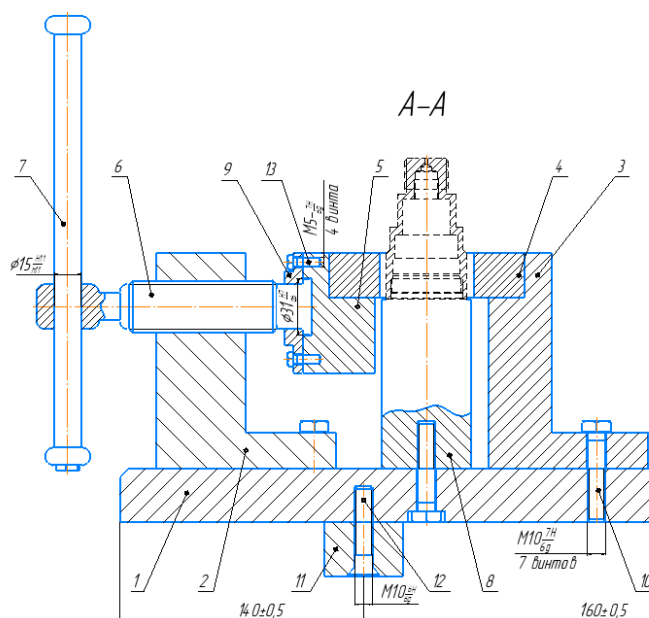


Рисунок 31. Фронтальный вид

На рисунке 32 можно наблюдать закрепление детали в призмах. На фрезерный стол тиски устанавливаются при помощи двух пазов, расположенных симметрично друг к другу, на расстоянии 240 мм. Диаметр фрезерного стола, на которой устанавливаются тиски = 630 мм.

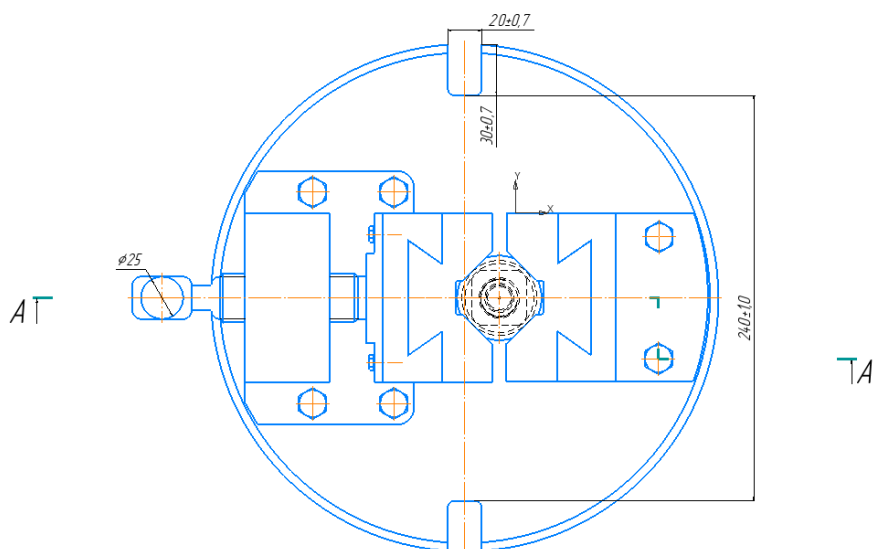


Рисунок 32. Вид сверху

На рисунке 33 указаны габаритные характеристики тисов, в том числе длина ручки и ширина основания. Так же можно видеть симметричное расположение детали относительно опоры.

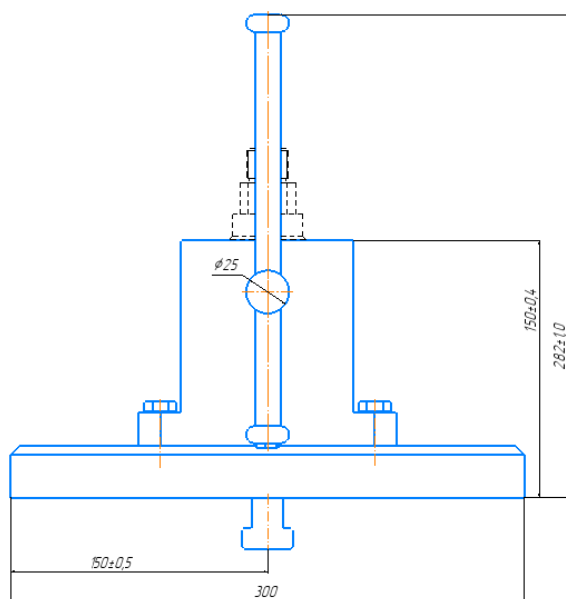


Рисунок 33. Вид сбоку

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
4А6Б	Черепанов Дмитрий Игоревич

Школа	ИШНПТ	Отделение школы (НОЦ)	Материаловедение
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Норма амортизационных отчислений на специальное оборудование
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Отчисления во внебюджетные фонды 30 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Анализ конкурентных технических решений (НИ)	Расчет конкурентоспособности SWOT-анализ
2. Нормы расходов ресурсов	Норма амортизированных отчислений на специальное оборудование.
3. Составление бюджета инженерного проекта (НИ)	Расчет бюджетной стоимости НИ
4. Оценка ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности (НИ)	Интегральный финансовый показатель. Интегральный показатель ресурсоэффективности. Интегральный показатель эффективности.

Перечень графического материала

1. Оценка конкурентоспособности ИП
2. Матрица SWOT
3. Диаграмма Ганта
4. Бюджет НИ
5. Основные показатели эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	13.04.2020
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Кашук И.В	к.т.н., доцент		13.04.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А6Б	Черепанов Дмитрий Игоревич		13.04.2020

3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Задача данного раздела – оценить перспективность развития и планировать финансовую и коммерческую ценность конечного продукта, представленного в рамках исследовательской программы. Коммерческая ценность определяется насколько быстро разработчик сможет ответить на следующие вопросы:

- Какова будет цена продукта;
- Будет ли продукт востребован на рынке;
- Каков бюджет научного исследования;
- Время для продвижения разработанного продукта на рынок;

Так же коммерческая ценность определяется наличием более высоких технических характеристик над конкурентными разработками.

Данный раздел, предусматривает рассмотрение следующих задач:

- Оценка коммерческого потенциала разработки.
- Планирование научно-исследовательской работы;
- Расчет бюджета научно-исследовательской работы;
- Определение ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности исследования.

Цель данной ВКР – проектирование технологического процесса изготовления детали типа «Корпус». Данная деталь предназначена для размещения и фиксации подвижных деталей механизма или машины, для защиты их от воздействия неблагоприятных факторов внешней среды, а так же для крепления механизмов в составе машин и агрегатов.

3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурентных технических решений помогает внести коррективы в проект, чтобы активнее противостоять соперникам. Так же позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего улучшения.

Разумнее проводить данный анализ с помощью оценочной карты, которые представлены в таблице 9. Для сравнения выбран производитель – компания «Томфрезер», г. Томск.

Таблица 9 – Сравнение конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы		Конкурентоспособность	
		Б _ф	Б _к	К _ф	К _к
1	2	3	4	5	6
Технические критерии оценки ресурсоэффективности					
1. Производительность	0,12	4	3	0,57	0,47
2. Удобство в эксплуатации	0,15	5	4	0,50	0,40
3. Срок службы	0,10	4	5	0,65	0,59
4. Безопасность	0,15	5	4	0,52	0,49
Экономические критерии оценки эффективности					
1. Конкурентоспособность продукта	0,10	4	3	0,21	0,17
2. Уровень проникновения на рынок	0,05	3	3	0,19	0,22
3. Цена	0,13	2	3	0,41	0,32
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,09	5	4	0,37	0,21
5. Финансирование научной разработки	0,08	3	3	0,24	0,16
6. Срок выхода на рынок	0,03	3	4	0,17	0,14
Итого	1	38	36	3,83	3,17

Веса показателей в сумме составляют 1. Баллы по каждому показателю оцениваются по пятибалльной шкале.

Расчет конкурентоспособности, на примере стабильности срабатывания, определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i$$

Где B_i – вес показателя (в долях единицы); B_i – балл i -го показателя.

Данный анализ конкурентных технических решений помог выяснить, что исследование является перспективным и актуальным, так же имеет конкурентоспособность.

SWOT-анализ

Для исследования внешней и внутренней среды проекта, в этой работе проведен SWOT-анализ с помощью которого можно оценить сильные и слабые стороны, а так же все возможности и угрозы.

Для этого, составляется SWOT матрица, в которую описаны слабые и сильные стороны проекта и выявленные возможности и угрозы, приведены в таблице 10

Таблица 10 – Матрица SWOT-анализа

Сильные стороны проекта: С1. Высокое качество; С2. Большинство конструкторских размеров выдерживаются непосредственно; С3. Безопасность; С4. Функциональные возможности разработки С5. Невысокие требования точности.	Слабые стороны проекта: Сл1. Наличие малопроизводительных методов обработки; Сл2. Длительность разработки; Сл3. Наличие резьбы, как внешней, так и внутренней; Сл4. Необходимость специального приспособления; Сл5. Узкая направленность изделия.	Возможности: В1. Низкий уровень конкуренции; В2. Появление дополнительного спроса на новый продукт; В3. Совершенствование технологии; В4. Экспорт разработки.	Угрозы: У1. Отсутствие спроса на продукт; У2. Появление новых технологий У3. Прекращение финансирования
---	---	--	---

На втором этапе строятся интерактивные матрицы возможностей и угроз, позволяющие оценить эффективность проекта, а также надежность его реализации. Соотношения параметров представлены в таблицах 11–14.

Таблица 11 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и сильные стороны»

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		С1	С2	С3	С4	С5
	В1	-	-	-	-	+
	В2	+	+	+	+	+
	В3	+	+	+	+	+
	В4	+	+	-	-	+

Таблица 12 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и слабые стороны»

Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	В1	-	-	-	-	+
	В2	-	-	+	+	+
	В3	+	+	+	+	-
	В4	-	-	+	-	+

Таблица 13 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и сильные стороны»

Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		С1	С2	С3	С4	С5
	У1	-	-	-	+	-
	У2	-	-	-	+	+
	У3	-	+	-	-	+

Таблица 14 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и слабые стороны»

Слабые стороны проекта						
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	У1	-	+	-	+	+
	У2	-	+	-	+	+
	У3	+	+	-	+	+

Результаты анализа представлены в итоговую таблицу 15.

Таблица 15 – Итоговая таблица SWOT-анализа

	Сильные стороны проекта: С1. Высокое качество; С2. Большинство конструкторских размеров выдерживается непосредственно; С3. Безопасность; С4. Функциональные возможности разработки; С5. Невысокие требования точности.	Слабые стороны проекта: Сл1. Наличие малопроизводительных методов обработки; Сл2. Длительность разработки; Сл3. Наличие резьбы, как внешней, так и внутренней; Сл4. Необходимость специального приспособления; Сл5. Узкая направленность изделия.
Возможности: В1. Низкий уровень конкуренции; В2. Появление дополнительного спроса на новый продукт; В3. Совершенствование технологии; В4. Экспорт разработки.	– В1С5; – В2С1С2С3С4С5; – В3С1С2С3С4С5; – В4С1С2С5.	– В1Сл5; – В2С3Сл4Сл5; – В3Сл1Сл2Сл3Сл4; – В4Сл5.
Угрозы: У1. Отсутствие спроса на продукт; У2. Появление новых технологий; У3. Прекращение финансирования.	– У1С4; – У2С4С5; – У3С2С5.	– У1Сл2Сл4Сл5; – У2Сл2Сл4Сл5; – У3Сл2Сл4Сл5.

В результате SWOT-анализа показано, что на преимущества разрабатываемой технологии преобладают над ее недостатками. Данные недостатки, которые на данный момент на практике не устранены, но в теории уже есть возможности для их устранения. Результаты анализа учтены в дальнейшей научно-исследовательской разработке.

3.2 Планирование научно-исследовательских работ

Структура работ в рамках научного исследования

Планирование работ по разработке технологии изготовления детали корпус. Для этого выделим основные этапы работ и исполнителей этих работ.

Информацию изложена в таблице 16.

Для оптимизации работ удобно использовать классический метод линейного планирования и управления.

Таблица 16 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ работы	Содержание работы	Должность исполнителя
Разработка ТЗ	1	Составление и утверждение ТЗ	Руководитель НИ
Выбор направления исследования	2	Ознакомление с литературой	Инженер
	3	Консультирование по возникшим вопросам	Руководитель
Технологическая часть	4	Анализ технологичности конструкции	Инженер
	5	Предварительное определение типа производства	Инженер
	6	Выбор заготовки	Руководитель, инженер
	7	Разработка технологического маршрута изготовления детали	Инженер
	8	Размерный анализ и составления графа	Инженер
	9	Назначение допусков	Инженер
	10	Расчёт припусков	Инженер
	11	Размерный анализ	Инженер
	12	Уточнение оборудования, оснастки, инструмента	Руководитель, инженер
	13	Выбор режимов резания	Инженер
	14	Расчёт норм времени	Инженер
Конструкторская часть	15	Ознакомление с необходимой литературой	Инженер
	16	Проектирование приспособления	Инженер
	17	Расчёты	Инженер
Обобщение и оценка результатов	18	Оформление документации в виде операционных карт, пояснительной записки и приложений	Инженер
	19	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, инженер

Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения

При проведении научных исследований основную часть стоимости разработки составляют трудовые затраты. Важным этапом составления плана на предстоящие расходы, является определение трудоемкости проводимых работ.

Для определения среднего ($t_{ож\ i}$ - ожидаемого) значения трудоемкости используется следующая формула:

$$t_{ож\ i} = \frac{3t_{\min\ i} + 2t_{\max\ i}}{5}, \quad (28)$$

где $t_{ож\ i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы, чел.-дни; $t_{\min\ i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, чел.-дни; $t_{\max\ i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, чел.-дни.

Далее можно определить продолжительность каждой работы, в рабочих днях, зная $t_{ож\ i}$.

Этот расчёт позволяет определить величину заработной платы.

$$T_{pi} = \frac{t_{ож\ i}}{Ч_i}, \quad (29)$$

Где T_{pi} – продолжительность одной работы, рабочие дни; $t_{ож\ i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дни; $Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Для перевода длительности каждого этапа из рабочих в календарные дни, необходимо воспользоваться формулой (30):

$$T_{кл.} = T_{pi} \cdot k_{кал}, \quad (30)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях; T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях; $k_{кал}$ – календарный коэффициент.

Календарный коэффициент определяется по формуле:

$$k_{кал.инж} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}} = \frac{366}{366 - 104 - 14} = 1,48 \quad (31)$$

Где $T_{кал}$ – общее количество календарных дней в году; $T_{вых}$ – общее количество выходных дней в году; $T_{пр}$ – общее количество праздничных дней в году.

Для удобства объединим все полученные значения трудоемкости в таблицу 17. T_{ki} – округлим до целого числа.

Таблица 17 – Временные показатели проведения научного исследования

№ работы	$t_{\min\ i}$, чел.-дн.	$t_{\max\ i}$, чел.-дн.	$t_{ож\ i}$, чел.-дн.	$Ч_i$, чел.	T_{pi} , раб.-дн.	T_{ki} , кл.-дн.
1	1	7	3,4	1	3,4	5
2	3	7	4,6	1	4,6	7
3	1	2	1,4	1	1,4	2
4	2	7	4	1	4	6
5	1	2	1,4	1	1,4	2
6	1	2	1,4	2	0,7	1
7	1	3	1,8	1	1,8	3
8	1	2	1,4	1	1,4	2
9	1	2	1,4	1	1,4	2
10	2	5	3,2	1	3,2	5

11	4	7	5,2	1	5,2	7
12	3	6	4,2	2	2,1	3
13	3	6	4,2	1	4,2	6
14	2	4	2,8	1	2,8	4
15	2	6	3,6	1	3,6	5
16	1	2	1,4	1	1,4	2
17	5	10	7	1	7	9
18	1	2	1,4	1	1,4	2
19	2	3	2,4	2	1,2	2

На основе таблицы 17 составим календарный план-график выполнения проекта представленный в виде таблицы (таблица 18).

Таблица 18 – Календарный план – график (диаграмма Ганта)

№ работы	Содержание работы	Должность исполнителя	T _{кп} , кал.-дн.	Месяц							
				Февраль			Март			Апрель	
				1	2	3	1	2	3	1	2
1	Составление и утверждение ТЗ	Руководитель НИ	5	■							
2	Ознакомление с литературой	Инженер	7		■						
3	Консультирование по возникшим вопросам	Руководитель	2		■	■	■	■	■	■	■
4	Анализ технологичности конструкции	Инженер	6		■						
5	Предварительное определение типа производства	Инженер	2		■						
6	Выбор заготовки	Руководитель, инженер	1			■					
7	Разработка технологического маршрута изготовления детали	Инженер	3			■					
8	Размерный анализ и составления графа	Инженер	2			■					
9	Назначение допусков	Инженер	2				■				
10	Расчёт припусков	Инженер	5				■				
11	Размерный анализ	Инженер	7					■			

Бумага А4 (500 листов)	пачка	2	190	380
Картридж для принтера	шт.	1	1200	1200
Ручка шариковая	шт.	5	50	250
Карандаш чертежный	шт.	4	15	60
Интернет	Мбит/сек	1	800	800
Материал 45Х	кг	2	150	300
СОЖ	руб/л	20	350	7000
Итого, руб.				9990

Затраты на специальное оборудование

Для изготовления данной детали необходим ПК, для вывода результатов технологии на бумагу – принтер. Для составления модели и чертежей необходима САД программа. Для выпуска готовой технологии нужны станки. Так же нужно учесть прочие расходы.

При расчете затрат на оборудовании учитываем только рабочие дни по данной теме.

Расчет амортизации проводится следующим образом:

Норма амортизации: рассчитывается по формуле:

$$H_A = \frac{1}{n}, \quad (32)$$

где n – срок полезного использования в количестве лет (10лет).

Амортизация оборудования рассчитывается по формуле:

$$A = \frac{H_A I}{12} \cdot m, \quad (33)$$

где I – итоговая сумма, тыс. руб.; m – время использования, мес.

Таблица 21 – Затраты на оборудование

Наименование оборудования	Количество единиц оборудования	Цена единицы оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость оборудования, тыс. руб.
1	2	3	4
Персональный компьютер	2	70000	130000
Принтер	1	20000	20000
Windows 10	1	13000	13000
Microsoft Office	1	8500	8500
Антивирус Kaspersky	1	1226	1226
КОМПАС-3D	1	146000	146000
Токарный станок ЧПУ – GA 2000	1	3500000	3500000
5–и осевой фрезерный станок марки – DMU 50	1	2625000	2625000
Итого: 6443726 тыс. руб.			

Норма амортизации рассчитаем в общем виде по формуле:

$$A = \frac{I}{n \cdot 12} \cdot m = \frac{6443726}{10 \cdot 12} \cdot 4 = 214800 \text{ руб.}$$

Основная заработная плата исполнителей темы

В этом разделе необходимо рассчитать расходы по заработной плате инженера и руководителя, определяемые трудоемкостью проекта и действующей системой оклада.

Основная заработная плата одного работника рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p \quad (34)$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата одного работника; $Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата, руб.; T_p – продолжительность работ, выполняемых работником, раб.дн. (таблица 17).

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

Для шестидневной рабочей недели (рабочая неделя руководителя):

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d} \quad (35)$$

Где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.; F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дней; M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

- при отпуске в 28 раб. дн. – $M = 11,2$ месяца, 5-дневн. раб. неделя;
- при отпуске в 56 раб. дн., – $M = 10,3$ месяца, 6-дневн. раб. неделя.

Для пятидневной рабочей недели (рабочая неделя инженера):

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d} \quad (36)$$

Должностной оклад работника за месяц:

$$Z_m = Z_{мс} \cdot (1 + k_{np} + k_d) \cdot k_p \quad (37)$$

Где $Z_{мс}$ – заработная плата, согласно тарифной ставке, руб.; k_{np} – премиальный коэффициент, равен 0,3; k_d – коэффициент доплат и надбавок, равен 0,2; k_p – районный коэффициент, равен 1,3 (для г. Томска).

Дополнительная заработная плата определяется по формуле:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} \quad (38)$$

Где $k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимаем равным 0,15).

Расчет заработной платы руководителя (пятидневная рабочая неделя):

$$Z_m = Z_{мс} \cdot (1 + k_{np} + k_d) \cdot k_p = 26300 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 51285 \text{ руб.}$$

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d} = \frac{51285 \cdot 11,2}{366 - 89 - 25} = 2280 \text{ руб.}$$

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p = 2280 \cdot 25 = 57000 \text{ руб.}$$

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,15 \cdot 57000 = 8550$$

Расчет заработной платы инженера (пятидневная рабочая неделя):

$$Z_M = Z_{мс} \cdot (1 + k_{пр} + k_{д}) \cdot k_p = 17000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 33150 \text{ руб.}$$

$$Z_{дн} = \frac{Z_M \cdot M}{F_d} = \frac{33150 \cdot 11,2}{366 - 89 - 64} = 1743 \text{ руб.}$$

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p = 1743 \cdot 64 = 111552 \text{ руб.}$$

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,15 \cdot 111552 = 16733$$

Результаты расчета заработной платы внесем в таблицу 22

Таблица 22

Исполнитель проекта	$Z_{мс},$ руб.	$k_{пр.}$	$k_{д.}$	$k_p.$	$Z_M,$ руб.	$Z_{дн.},$ руб.	$T_p,$ руб.	$Z_{осн.},$ руб.	$k_{доп.}$	$Z_{доп.},$ руб.	Всего, руб.
Руководитель	26300	0,3	0,2	1,3	51285	2280	25	57000	0,15	8550	65550
Инженер	17000				33150	1743	64	111552		16733	128258

Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды России в 2020 году определяется по формуле:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} (Z_{осн} + Z_{доп}). \quad (39)$$

Где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд ОМС и социальное страхование). Общая ставка взносов составляет в 2020 году – 30% (ст. 425, 426 НК РФ).

Накладные расходы

Накладные расходы это расходы, включающие в себя прочие затраты, такие как: оплата электроэнергии, отопление и т.д.

Для удобства расчета накладных расходов составим таблицу затрат по статьям, которые рассчитывали выше.

Таблица 23

Амортизация	Материальные затраты	Основн 3/П	Доп. 3/П	Отчислен ия на соц. нужды	Итого без накладн. расходов	Накладные расходы	Бюджетная стоимость
214800	9990	168552	25283	58150,5	476775,5	76284,08	553059,58

Величина накладных расходов определяется по формуле (40):

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) \cdot k_{np}, \quad (40)$$

где k_{np} – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величина коэффициента принимается равной 0,16.

3.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Ресурсоэффективность

Оценку ресурсоэффективности проекта, определяем по формуле:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i$$

Где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности; a_i – весовой коэффициент проекта; b_i – бальная оценка проекта, устанавливаемая опытным путем.

Расставляем бальные оценки и весовые коэффициенты в соответствии с приоритетом характеристик проекта в таблицу (таблица 24).

Таблица 24 – Оценка характеристик вариантов НИР

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Оценка по 5-ти бальной шкале
1. Соответствие требованиям потребителей	0,30	5
2. Материалоемкость	0,15	3
3. Удобство в эксплуатации	0,10	2
4. Энергосбережение	0,10	4
5. Надежность	0,20	5
6. Длительность разработки	0,15	5
Итого	1	

Расчет интегрального показателя для разрабатываемого проекта:

$$I_{pi} = 0,30 \cdot 5 + 0,15 \cdot 3 + 0,10 \cdot 2 + 0,1 \cdot 4 + 0,20 \cdot 5 + 0,15 \cdot 5 = 4,3$$

Вывод

По интегральному показателю можно сделать вывод, что проект ресурсоэффективен.

В ходе выполнения данного раздела проведен SWOT – анализ проекта проектирования детали «корпус».

Произведено планирование проекта и построен график; по результатам был установлен приблизительный срок выполнения проекта – 89 дней. Из них инженер работал 64 дня, руководитель 25.

Определен бюджет затрат на разработку проекта, он составил – **553059,58** руб.

По результатам ресурсоэффективности, показатель которого составил –

$I_{pi} = 4.3$, можно сделать вывод, что проект ресурсоэффективен.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
4А6Б	Черепанову Дмитрию Игоревичу

Школа	ИШНПТ	Отделение (НОЦ)	Материаловедения
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Тема ВКР:

Проектирование технологического процесса изготовления детали «Корпус»	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования и области его применения	Объектом исследования является производственный технологический процесс детали типа «Корпус». Данная деталь предназначена для размещения и фиксации подвижных деталей механизма или машины, для защиты их от воздействия неблагоприятных факторов внешней среды, а также для крепления механизмов в составе машин и агрегатов.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	1. ГОСТ 12.1.005-88. 2. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. 4. 3.ГОСТ 12.4.051-87. 4. СНиП 2.01.02-85. 5. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ 6. ГОСТ 12.2.032-78. 7. СанПиН 2.2.4.548–96. 8. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 01.04.201)
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Вредные факторы: шум, вибрация, плохое освещение, вредные вещества. Опасные факторы: Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности заготовок, инструментов и оборудования, повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкании которой может произойти через тело человека.
3. Экологическая безопасность:	Механическая обработка металлов на станках сопровождается выделением пыли, стружки, туманов масел и эмульсий.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	ЧС на производстве: природного и техногенного характера, взрывы, обрушение зданий и сооружений, поражение электрическим током, и т.д. Типичная ЧС на производстве-возникновение пожара.

	Предусмотренные средства пожаротушения (согласно требованиям противопожарной безопасности, СНиП): ОУ-5, пожарный кран с рукавом, ящик с песком в коридоре.
--	--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	13.04.2020
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Черемискина Мария Сергеевна	-		13.04.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А6Б	Черепанову Дмитрию Игоревичу		13.04.2020

4 Социальная ответственность

Объектом выпускной квалификационной работы является проектирование процесса изготовления «Корпуса», в работе будет рассмотрено воздействие вредных факторов на человека и окружающую среду в процессе производства детали. Данная деталь предназначена для размещения и фиксации подвижных деталей механизма или машины, для защиты их от воздействия неблагоприятных факторов внешней среды, а также для крепления механизмов в составе машин и агрегатов.

В процессе обработки детали возможны действия следующих вредных и опасных факторов, если станок не оснащён необходимыми средствами безопасности. Станочник подвергается опасности травмироваться сливной стружкой, обрабатываемым изделием, режущим инструментом, поражение электрическим током. В течении вспомогательного времени происходит основное физическое напряжение рабочего, вызываемое многочисленными повторяющимися ручными операциями, особенно при работе на универсальном оборудовании. К вредным факторам, возникающих в цеху можно отнести: превышенный уровень шума, недостаточную освещённость рабочей зоны, загрязнённый воздух, негативное воздействие СОЖ, отклонение показателей микроклимата.

Воздействие опасных производственных факторов может привести к травме или внезапному резкому ухудшению здоровья.

4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Для осуществления практической деятельности в области обеспечения безопасности жизнедеятельности необходимо соблюдение нормативов и правил ведения соответствующих работ, позволяющие их обеспечить. Соблюдение рабочего режима, правил ведения работ и т.д. Специальные правовые нормы трудового законодательства регламентируются № 197-ФЗ от 30.12.2001 «Трудовой кодекс РФ» [17].

Рассмотрим режим рабочего времени и оплату, так же нормирование труда. Согласно статье 103 Трудового кодекса РФ на производственном участке введена работа в две смены (сменная работа - работа в две, три или четыре смены вводится в тех случаях, когда длительность производственного процесса превышает допустимую продолжительность ежедневной работы, а также в целях более эффективного использования оборудования, увеличения объема выпускаемой продукции или оказываемых услуг). Так как на производственном участке работает коллектив, то оплата труда будет производиться по тарифной системе, согласно статье 143 ТК РФ.

Виды компенсаций за «вредность»:

- Сокращение рабочего дня (не более 36 часов в неделю);

- Дополнительные отпуска (от семи календарных дней);
- Дополнительные надбавки;
- Бесплатное лечение и оздоровления, а так же медосмотры;
- Досрочный выход на пенсию;
- Выдача работникам СИЗ, униформ и т.д.;

Разновидности режима рабочего времени, которые устанавливаются коллективным договором или правилами внутреннего трудового распорядка регламентируются в трудовом кодексе РФ:

- Односменный рабочий день
- Ненормированный рабочий день
- Гибкое рабочее время
- Работа по сменам
- Вахтовая работа
- Рабочее время разделено на части.

Так же № 116-ФЗ от 21.07.1997 «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [18], № 69-ФЗ от 21.12.1994 «О пожарной безопасности» [19], № 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» [20].

4.2 Организация рабочей зоны

В данном разделе рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места в соответствии с нормами производственной санитарии, техники производственной безопасности и охраны окружающей среды.

В данной работе рассмотрен цех механообработки.

При проектировании рабочего места для технологического комплекса механообработки деталей, должны быть учтены освещенность, влажность, шум, температура, наличие СИЗ и другие санитарно-гигиенические требования к организации рабочего места.

При проектировании рабочего места необходимо так же уделить внимание охране окружающей среды, а именно организация безотходного производства.

Также необходимо учесть возможность чрезвычайных ситуаций. Так как мы находимся в Сибири, в Томске, считаем, что рабочее место находится здесь же. Значит типичными ЧС являются низкая температура и пожары.

При организации рабочей зоны необходимо учитывать следующие нормативные документы:

– ГОСТ Р 56639-2015 Технологическое проектирование промышленных предприятий.

– ОНТП 14–93. Нормы технологического проектирования предприятий машиностроения, приборостроения и металлообработки. Механообрабатывающие и сборочные цехи.

4.3 Производственная безопасность

Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть в процессе производства детали.

При производстве детали «Корпус» на участке цеха используется следующее оборудование: токарный станок с ЧПУ, фрезерный станок с ЧПУ. Перечень всех опасных и вредных факторов при изготовлении детали «Корпус» приведены в таблице 25.

Таблица 25– Опасные и вредные факторы при изготовлении детали типа «Корпус»

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
1. Стружка обрабатываемых материалов.		+	+	ГОСТ 12.2.061-81. 12 [21]
2. Превышение уровня шума		+		СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96 [22]
3. Отсутствие или недостаток естественного света		+	+	СП 52.13330.2011 [23]
4. Химический Фактор	+	+	+	ГН 2.2.5.3532-18 [24]
5. Отклонение параметров микроклимата		+	+	СанПиН 2.2.4-548-96 [15]

С точки зрения санитарно-гигиенических норм можно выделить следующие вредные факторы, связанные с работой на станках данного технологического процесса:

1) Загрязненность рабочей зоны мелкой стружкой и пылью обрабатываемого материала. Следствием этого может быть травма глаз и легочные заболевания (пневмокониоза), вызванные длительным воздействием пыли на органы дыхания.

2) Монотонный шум, вызванный работой станков. При обработке детали на токарных и фрезерных станках раздражающее действие на станочника оказывает шум в виде скрипа и свиста, обусловленный трением инструмента об обрабатываемые материалы, а также шум, возникающий при работе станков. Воздействие шума на организм может проявляться в виде специфического поражения органа слуха в сочетании с нарушениями со стороны различных органов и систем. Также монотонный шум может привести к ослаблению внимания станочника. Следствием этого могут быть ошибочные переключения станочного оборудования, а это приводит к тяжелым различным травмам. Предельно допустимый уровень шума в цехе должен быть не более 80дБА, что соответствует ГОСТ 12.1.003-83. Допустимые уровни шума на рабочих местах относятся к широкополосному шуму. Источником вибраций в основном является сборочное оборудование, а причиной возникновения вибрации при работе станков являются неуравновешенные силовые воздействия.

3) Плохая освещенность. Недостаточная освещенность рабочей зоны приводит к перенапряжению органов зрения, в результате чего снижается острота зрения, и человек быстро устает. Работает менее продуктивно, возникает потенциальная опасность несчастных случаев и, кроме того, длительное, плохое освещение может привести к профессиональным заболеваниям (близорукость и др.). Причиной плохой освещенности в цехе является снижение уровня естественной освещенности в связи с загрязнением остекленных поверхностей световых проемов, стен и потолков.

4) Химический фактор. В работе с токарными и фрезерными станками применяются смазочно-охлаждающие жидкости. Использование СОЖ приводит к различным заболеваниям кожи, а также раздражающе действует на слизистые оболочки верхних дыхательных путей. Так же СОЖ способно угнетать иммунную систему работника.

5) Отклонение параметров микроклимата. Активную роль на безопасность работы оказывает вентиляция и отопление. Согласно ГОСТ 12.1.005-88 устанавливается комплекс оптимальных и допустимых метеорологических условий для помещения рабочей зоны, включающий значение температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха. Допустимые и оптимальные нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне помещения цеха приведены в таблице 26.

Таблица 26 – Допустимые и оптимальные нормы температуры

Категория работы	Период года	Температура, °С		Относительная влажность %		Скорость воздуха м/с	
		оптим	допуст	оптим	допустимая	оптимал	допустим
Средней тяжести, Па	Холодный	18-20	17-23	40-60	не более 75	не более 0,2	не более 0,3
	Тёплый	21-23	18-27	40-60	не более 55 при 28°С 60 при 27°С 65 при 26°С 70 при 25°С 75 при 24°С	не более 0,3	0,2-0,4

4.4 Мероприятия по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов.

В качестве мероприятий по снижению опасных и вредных факторов при производстве детали «Корпус» предлагается использовать:

- 1) Ограждение опасных зон: движущихся частей станков и механизмов, режущих инструментов, обрабатываемого материала, токоведущих частей электрооборудования, зоны выделения стружки.
- 2) Применение предохранительных устройств: от перегрузки станка, от перехода движущихся узлов за установленные пределы, от внезапного падения или повышения напряжения электрического тока.
- 3) Использование системы дистанционного управления: управление станком осуществляется с помощью стойки ЧПУ, которая включает в себя клавиатуру для ввода команд и дисплей. Стойка ЧПУ расположена вне опасной зоны станка.
- 4) Использование сигнализации безопасности: цветовой и знаковой. Отключающие устройства станка, в том числе аварийные, окрашены в красный сигнальный цвет. При нарушении технологического процесса на станке предусмотрены сигнальные лампы, окрашенные в красный цвет. Открытые и не полностью закрытые движущиеся части оборудования окрашены в желтый цвет. На шкафах с электрооборудованием станка нанесен знак «Осторожно! Электрическое напряжение».

5) Применение расстояния и габаритных размеров безопасности: габаритные размеры рабочих мест, безопасные расстояния между станками и элементами производственного помещения, габаритные размеры, габаритные размеры подвеса электрических проводов.

6) Использование средств индивидуальной защиты: очки, специальные наушники, спецодежда, головные уборы, специальная обувь, средства защиты органов дыхания.)

7) Применение профилактических испытаний станка и его узлов: на механическую прочность, на электрическую проводимость, на надёжность срабатывания предохранительных устройств-блокировок.

8) Использование и применение специальных средств обеспечения безопасности: защитное контурное заземление $R_3 \leq 4$ Ом, средства дробления сливной стружки в процессе резания, искусственное освещение станков, ограничители шума УЗД=97дБА, ПДУ=80дБА и вибрации $f=18$ Гц, ПДУ=92дБ, манипуляторы с программным управлением.

9) Необходимой мерой безопасности является освещение в соответствии с требованиями норм и правил СНиП 23-05-95 для общего освещения производственных помещений механических цехов рекомендуется применять общее и местное освещение. Величина минимальной освещенности должна составлять 400 лк согласно СНиП II – 4– 95. В нашем случае освещенность цеха комбинированная – сочетание общего освещения с местным источником света на рабочем месте. При устройстве освещения следует помнить, что оно нормируется и по показателям яркости рабочей поверхности. Поверхности, отражающие свет, не должны производить слепящего действия на человека. Наиболее благоприятно для человека естественное освещение.

4.5 Экологическая безопасность

Механическая обработка металлов на станках сопровождается выделением пыли, туманов масел и эмульсий, оксидов азота которые через вентиляционную систему выбрасываются из помещений и воздействуют на атмосферу.

При обработке деталей на металлорежущих станках от 15 до 70% массы заготовки превращается в металлическую стружку, поэтому возникает важная проблема уборки стружки от станков и последующей ее утилизации и переработки. Обрабатываемая деталь «Корпус» изготовлена из стали, стружка после обработки идет на переработку.

Также огромное значение имеет очистка вентиляционных выбросов от механических примесей. Это происходит аппаратами мокрого и сухого пылеулавливания, волокнистыми фильтрами и электрофильтрами.

Очистку и обезвреживание газовых составляющих выбросов производства осуществляют конденсационным методом, заключающимся в охлаждении паровоздушной смеси ниже точки росы в специальных теплообменниках – конденсаторах.

Защита от тончайшей пыли и металлоабразивной стружки, а также от выбросов вредных газов осуществляется вытяжными трубами, воздухоборниками, отсосами. Воздух, проходя через многочисленные фильтры, очищается, а пыль и грязь поступает в отходы.

Образование отходов отработанных масел, люминесцентных ламп, макулатуры, ветоши воздействуют на литосферу.

Загрязнение водных ресурсов металлорежущими станками может произойти при чистке станков и его узлов, так же при утилизации СОЖ это прямым образом воздействует на гидросферу. Чтобы не возникала такая проблема эта чистка производится на специальном месте, оборудованном стоком с фильтрами, задерживающими грязь, масла, кислоты.

На предприятиях машиностроительной промышленности очистка сточных вод осуществляется, как правило, в отстойниках, шлаконакопителях, нефти и масло ловушках. Очищенные воды в большинстве случаев используются в системах оборотного водоснабжения. При этом вода основного источника или из других циклов водопользования идёт на компенсацию потерь оборотной воды.

Воздействие на литосферу - образование отходов отработанных масел, люминесцентных ламп, макулатуры, ветоши.

4.6 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

К возможным ЧС на производстве можно отнести: взрывы, ЧС природного и техногенного характера, поражение электрическим током, так же ЧС связанные с эксплуатацией оборудования

К возможным ситуациям техногенного характера можно отнести возгорание в цехе/производственном участке при несоблюдении предписанных норм пожарной безопасности или же вследствие короткого замыкания или проблем с токопроводящим оборудованием.



Рисунок 34. План эвакуации из здания

Поэтому следует, в качестве профилактических мероприятий на участке используются:

- правильная эксплуатация машин, правильное содержание территории, противопожарный инструктаж рабочих и служащих;
- соблюдение противопожарных правил, норм при устройстве оборудования, отопления, освещения, правильное размещение оборудования;
- запрещение курения в неустановленных местах, проведения сварочных и других огневых работ в пожароопасных помещениях;
- своевременные профилактические осмотры, ремонты и испытания технологического оборудования;
- применение автоматических средств обнаружения пожаров;
- повышение огнестойкости зданий и сооружений путём облицовки или оштукатуривания металлических конструкций;
- в доступном месте должны висеть инструкции по действиям при пожаре с указанием последовательности действий, а также планов эвакуации с телефонами спецслужб, куда стоит сообщить о возникновении чрезвычайной ситуации;
- обязательно наличие звуковой пожарной сигнализации;
- пожарной сигнализации включается в общезаводскую/общецеховую систему пожарных извещателей кольцевого типа. Оповещение рабочих происходит через местную связь (радиосвязь).

Для обеспечения тушения пожара в начальной стадии его возникновения используется система пожарных водопроводов и аппараты пожаротушения (смонтированные в зданиях стационарные установки, предназначенные для тушения пожара без участия людей, и огнетушители - пенные ОХВП-10 и углекислотные ОУ-2 по одному на каждые 700 м² площади, ящики с песком 1-ин на 500м² площади). Для обеспечения безопасности людей при пожарах в производственных помещениях предусматриваются пути эвакуации и устройства для удаления из помещений дыма (дымовые люки и т. п.)

Вывод

В ходе выполнения данной работы были изучены конструктивные особенности этого элемента. Данная деталь предназначена для размещения и фиксации подвижных деталей механизма или машины, для защиты их от воздействия неблагоприятных факторов внешней среды, а также для крепления механизмов в составе машин и агрегатов.

Проведен анализ вредных факторов, которые возникают при изготовлении Корпуса и отклонение этих факторов от норм. Также было проанализировано влияние производства на окружающую среду.

Было выявлено соответствие нормам следующих факторов: микроклимат, уровень шума, освещение, наличие в воздухе вредных веществ, неподвижные режущие, колющие, обдирающие, части твердых объектов, движущиеся твердые, объекты.

Были приняты меры по предотвращению опасных ситуаций и вредных воздействий на человека и окружающую среду.

Заключение

В ходе выполнения данной работы был произведен анализ технологичности и особенности данного изделия. Особых требований к геометрической точности нет и данную деталь возможно изготовить за две операции, что определяет её технологичность.

Разработанный маршрут изготовления, обеспечивает необходимую точность, что подтверждается размерным анализом.

В конструкторском разделе спроектировано приспособление для установки и закрепления изделия в универсально – фрезерный станок DMU 50. Произведен расчет усилия закрепления детали.

Согласно экономическому разделу, произведено планирование проекта и построен график. Так же произведен расчет бюджета, необходимый для производства данного изделия. Из этого всего следует, что проект ресурсоэффективен и может быть внедрён в производство.

Со стороны экологической и промышленной безопасности был проведен анализ вредных факторов, которые возникают при изготовлении детали типа «Корпус» и отклонение этих факторов от норм. Были приняты меры по предотвращению опасных ситуаций и вредных воздействий на человека и окружающую среду.

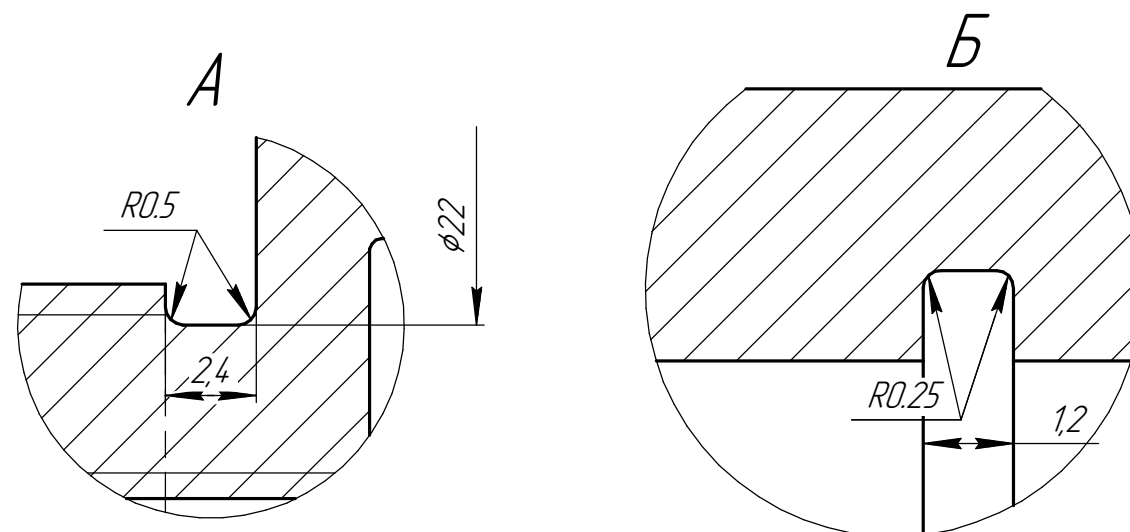
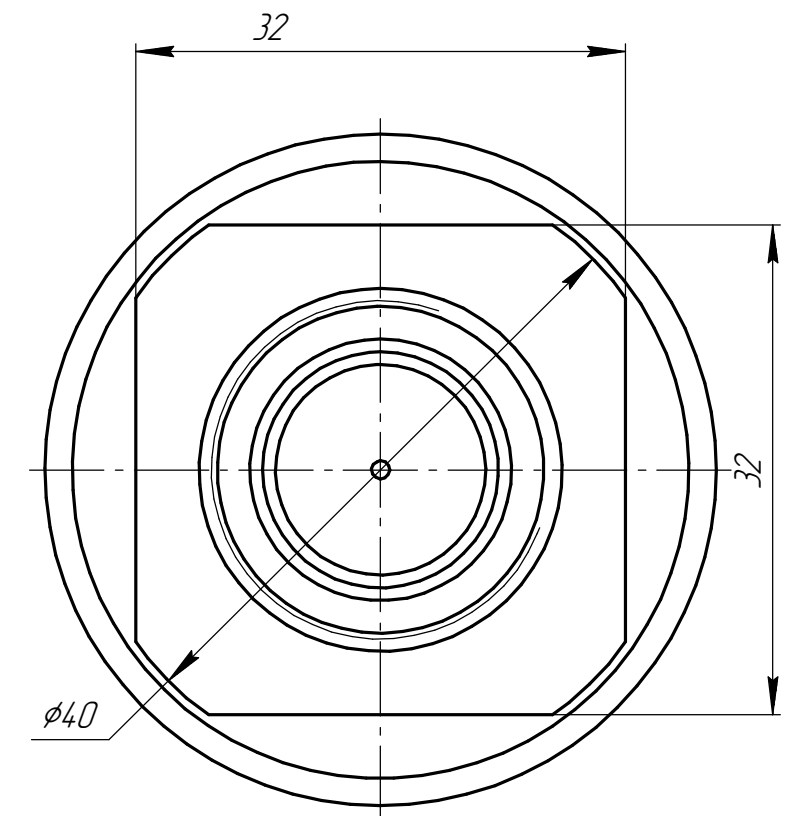
Рекомендуется применение рассмотренного техпроцесса для производства корпуса в среднесерийном производстве.

Список литературы

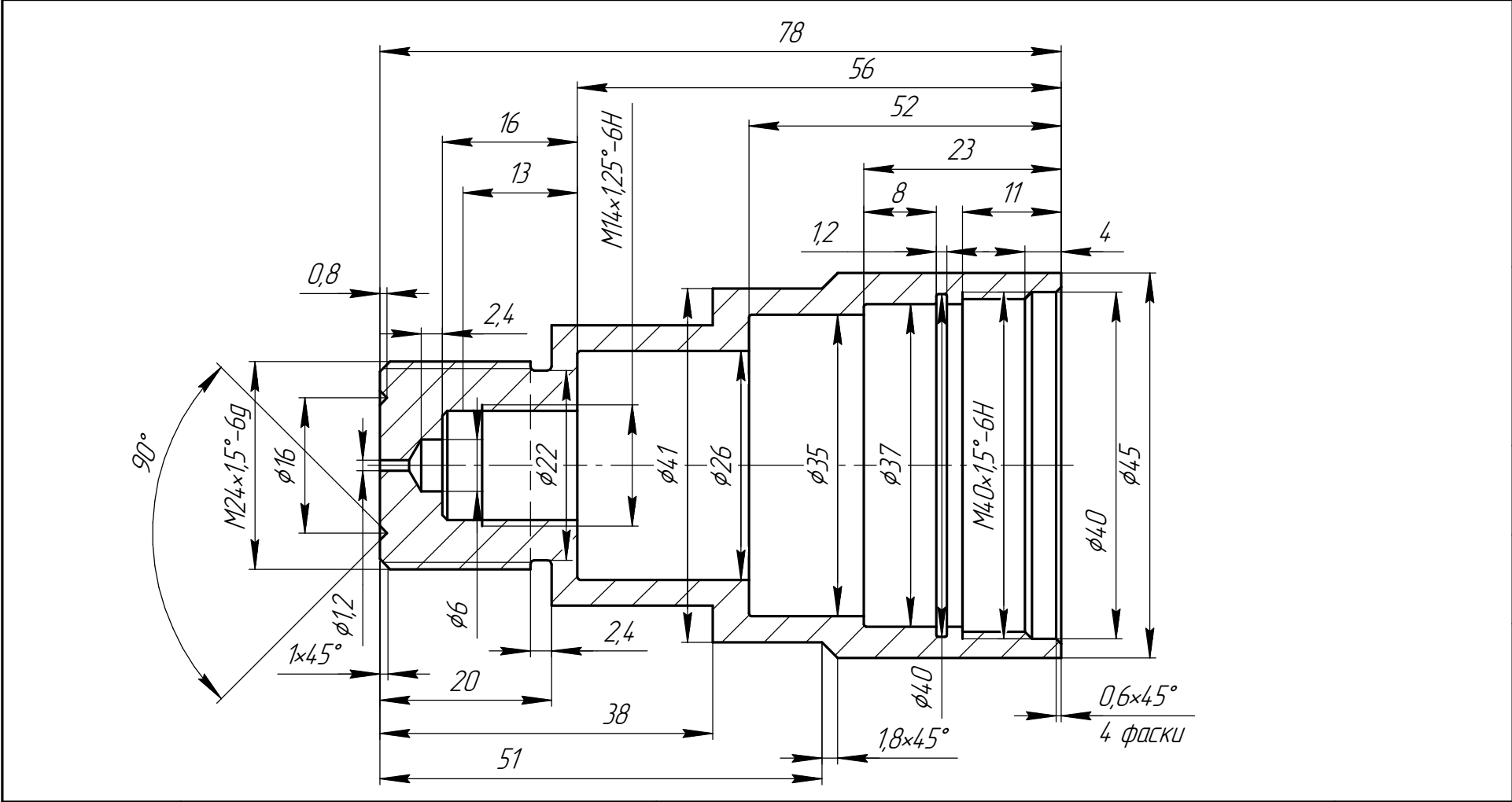
1. Горбачевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – М.: ООО ИД «Альянс», 2007. – 256 с.
2. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: Учебное пособие. –Томск: Изд. ТПУ, 2006. -100 с.
3. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х томах. Т. 2/ под редакцией А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. И доп. – М.: Машиностроение. 1985. 496 с., ил.
4. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х томах. Т. 2/ под редакцией А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. И доп. – М.: Машиностроение. 1986. 656 с., ил.
5. Анурьев В.И. Справочник конструктора машиностроителя: В 3 т. Т. 1. – М.: Машиностроение, 2001. – 920 с.: ил.
6. Мягков В.Д., Палей М.А., Романов А.Б., Брагинский В.А. Допуски и посадки. Справочник. В 2-х ч. Том 2. – Л.: Машиностроение, 1983. – 448 с.
7. Ансеров, М.А. Приспособление для металлорежущих станков / М.А. Ансеров. – 4-е изд., испр. и доп. – Л. : Машиностроение, 1985. – 656 с.
8. Курсовое проектирование деталей машин: Учеб. пособие для учащихся машиностроительных специальностей техникумов / С. А. Чернавский, К. Н. Боков, И. М. Чернин и др.— 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1988. — 416 с.: ил.
9. Скворцов В.Ф. Основы технологии машиностроения: учебное пособие / В.Ф. Скворцов; Томский политехнический университет. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2012. – 352 с.
10. ГОСТ 12.1.005-88
11. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. 4. 3.ГОСТ 12.4.051-87.
12. СНиП 2.01.02-85.
13. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ.
14. ГОСТ 12.2.032-78.
15. СанПиН 2.2.4.548–96.
16. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 01.04.2019).
17. № 197-ФЗ от 30.12.2001 «Трудовой кодекс РФ».
18. № 116-ФЗ от 21.07.1997 «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».
19. № 69-ФЗ от 21.12.1994 «О пожарной безопасности».
20. № 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний».
21. ГОСТ 12.2.061-81.
22. СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96.
23. СП 52.13330.2011.
24. ГН 2.2.5.3532-18.

Приложение А

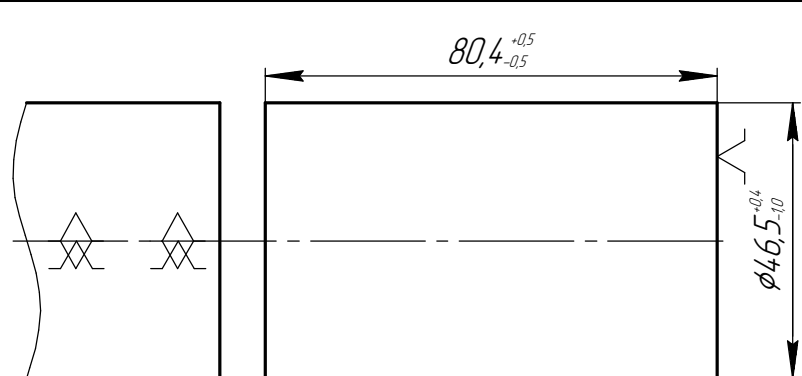
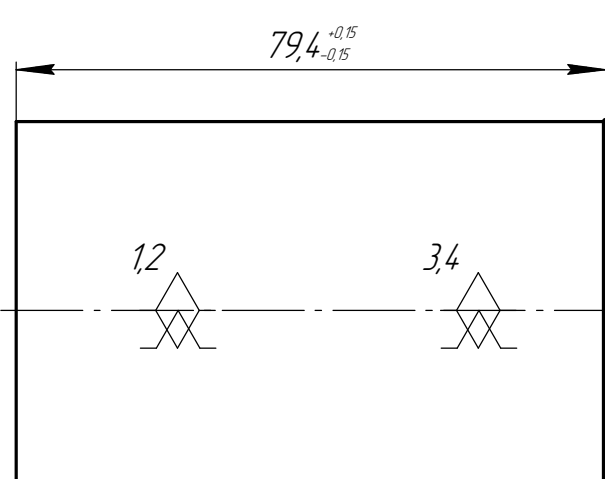
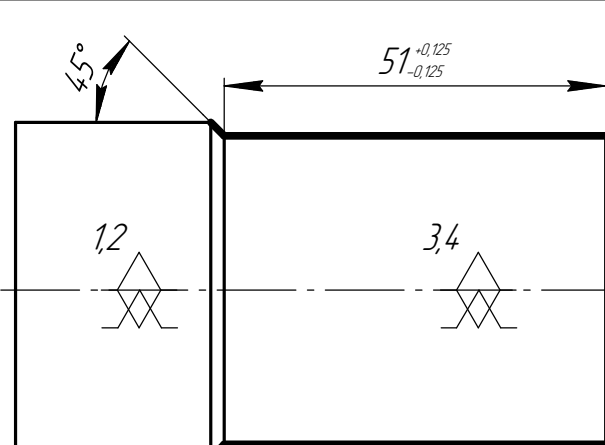
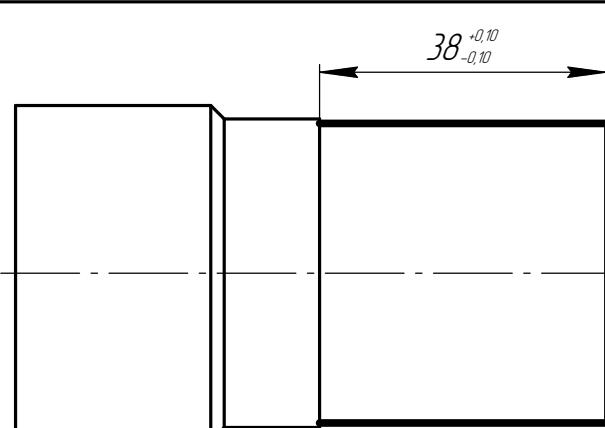
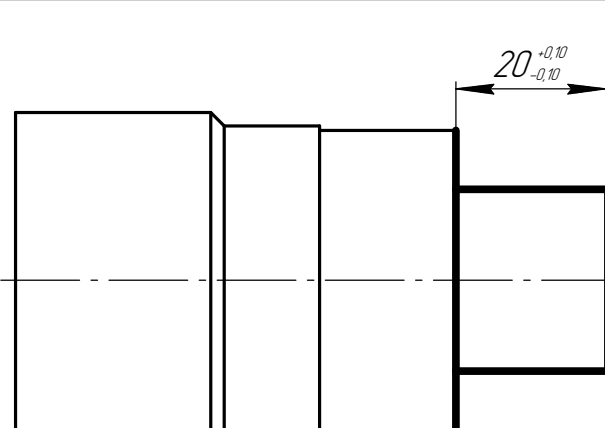
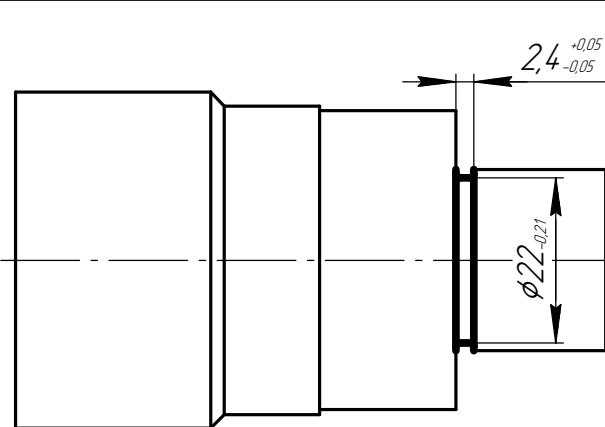
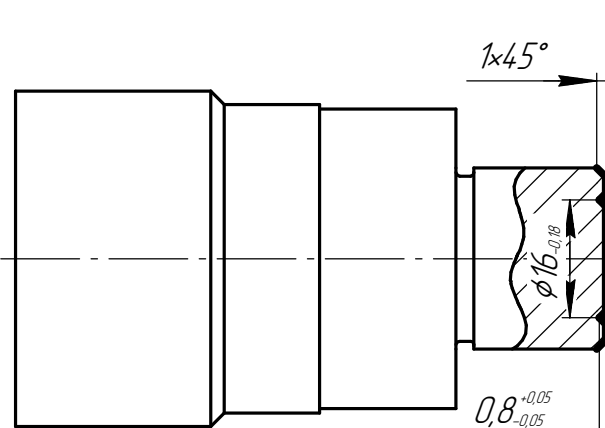
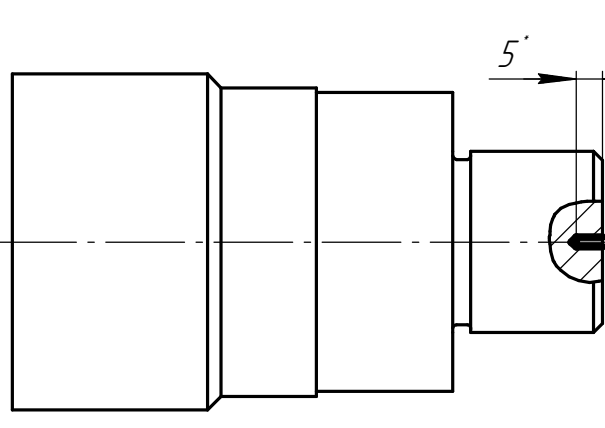
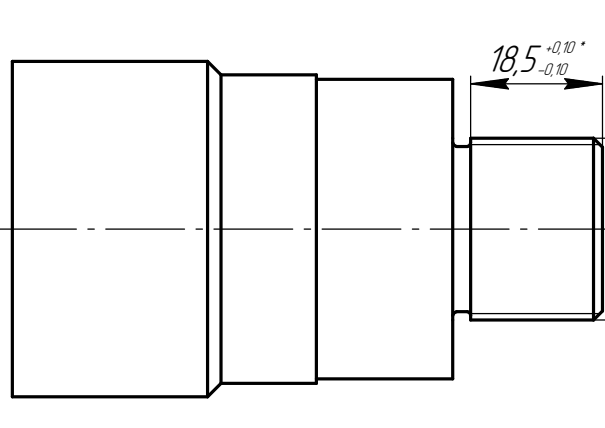
Комплект документации



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Корпус	Лист	Масса	Масштаб	
Разраб.						У		0,274	1:1
Пров.									
Т.контр.						Лист	Листов 1		
Н.контр.					Сталь 45Х ГОСТ 4543-71				
Утв.									

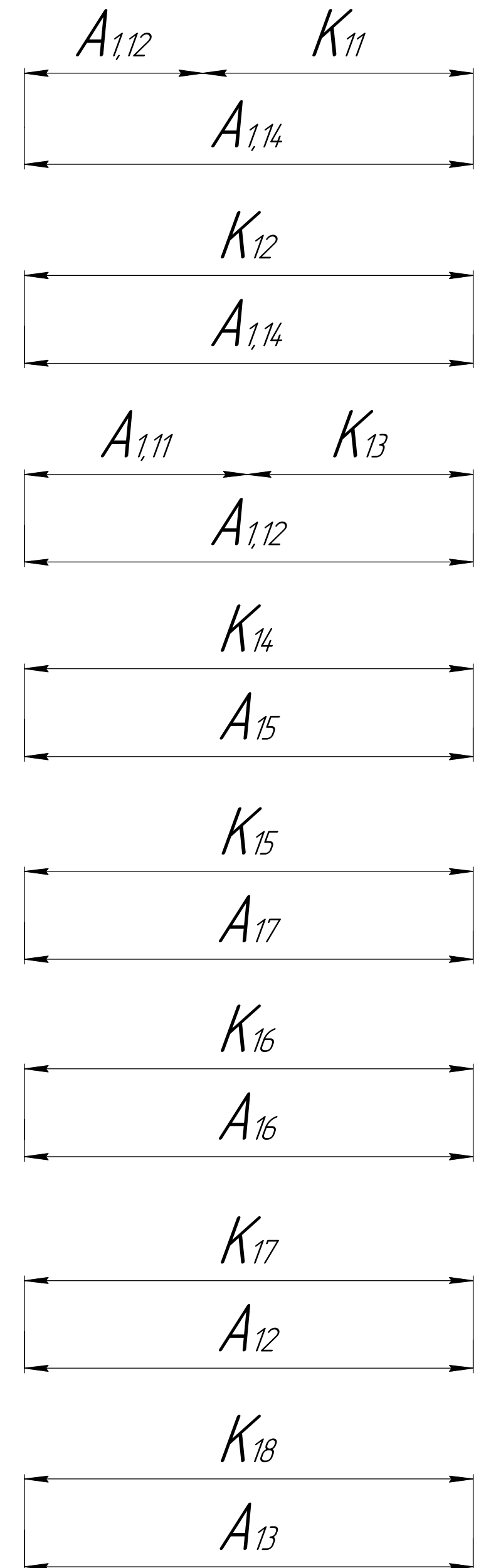
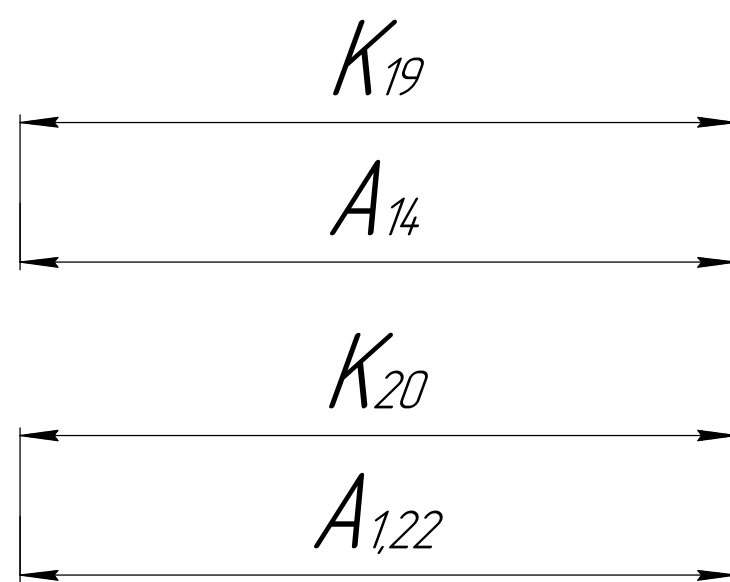


Томский политехнический университет										ИШНПТ ОМ										
Карта технологического процесса										Литера										
Материал		Код ед. величины	Масса детали, кг	Заготовка																
Наименование, марка				Код и вид		Профиль Размеры													Кол.	Масса, кг
Сталь 45Х, ГОСТ 4543-71			1,073	Прокат круглый		Круглый 46,5 ^{+0,4} _{-0,10}		1500	0,274											

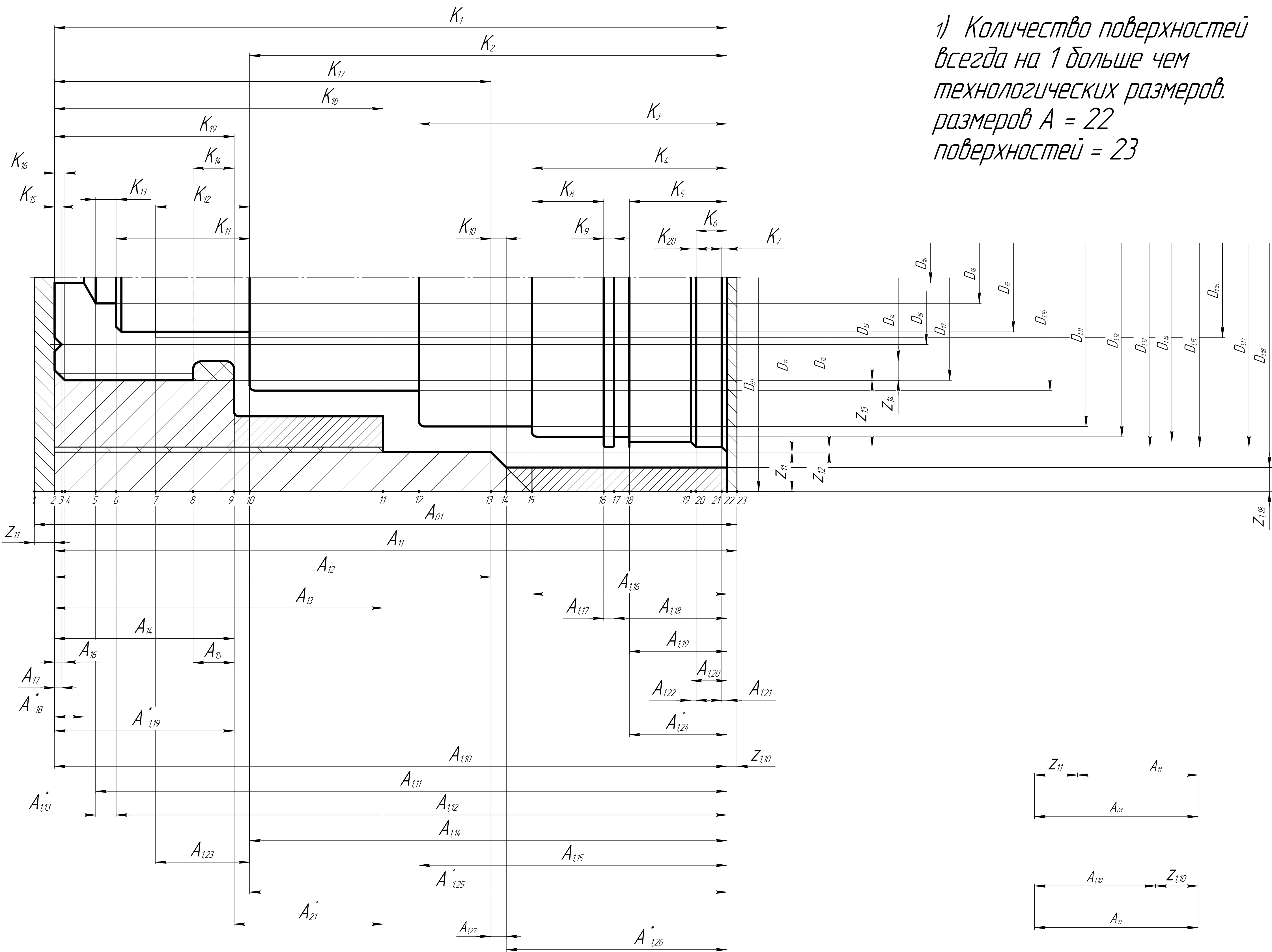
Номер		Наименование операций и содержание переходов	Операционный эскиз	Оборудование	Приспособление	Инструмент		Наличие односторонней обработки деталей	Число рабочих ходов	Диаметр или ширина, мм	Длина в направлении подачи, мм	Глубина резания, мм	Режим обработки		Нормы времени						Разряд работы	
операций	перехода					режущий	измерительный						Подача		Частота об./мин	Скорость резания, м/мин	T _а , мин	T _{вс}	T _{пз}	T _{шт}		T _{шт.к}
													мм/об	мм/мин								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
0	1	Заготовительная Установить заготовку и закрепить. Отрезать, выдерживая размер 80,4 ^{+0,05} _{-0,05}		Токарно-универсальный станок с ЧПУ Модель GA-2000	Трёхшлицевой патрон ГОСТ-2675-80	Резец отрезной с СМП Т15К6 ГОСТ 18884-73	Штангенциркуль ШЦ-0-125-0,1 мм ГОСТ 166-89		1	46,5	46,5	1	0,8		1000	150	0,7	1,5	12	4,03	4,04	
1	A1	Токарная с ЧПУ Установить заготовку и закрепить, Подрезать торец, выдерживая размер 79,4 ^{+0,05} _{-0,05}				Резец для подрезки торца с СМП Т15К6 ГОСТ 28980-91			1	46,5	46,5	1,36	0,65		110	172	0,8	15	12	25,07	25,09	
1	A2	Токарная с ЧПУ Точить поверхность, выдерживая размеры 51 ^{+0,05} _{-0,05} , φ41 ^{+0,05} _{-0,05} Точить фаску, под углом 45°.				Резец проходной с СМП Т15К6 ГОСТ 18887-73			1	41	51	0,712	0,5		1600	111	0,3					
1	A3	Токарная с ЧПУ Точить поверхность, выдерживая размеры 38 ^{+0,05} _{-0,05} , φ40 ^{+0,05} _{-0,05}				Резец проходной с СМП Т15К6 ГОСТ 18887-73			1	40	38	0,4	0,5		1700	213	0,025					
1	A4	Токарная с ЧПУ Точить поверхность, выдерживая размеры 20 ^{+0,05} _{-0,05} , φ24 ^{+0,007} _{-0,007}				Резец проходной с СМП Т15К6 ГОСТ 18887-73			1	24	20	0,6	0,5		2800	211	0,015					
1	A5	Токарная с ЧПУ Точить канавку, выдерживая размеры 2,4 ^{+0,05} _{-0,05} , φ22 ^{+0,007} _{-0,007}				Резец канавочный с СМП Т15К6 ГОСТ 18885-73			1	22	24	0,336	0,5		3300	228	0,003					
1	A6	Токарная с ЧПУ Точить фаску, выдерживая размер 1x45°. Точить канавку на торце, выдерживая размер 0,8 ^{+0,05} _{-0,05} , φ16 ^{+0,007} _{-0,007} .				Резец проходной с СМП Т15К6 ГОСТ 18887-73		Угломер ГОСТ 5378-88 ПН-30-0,1 мм ГОСТ 7661-67	1 1	24 16	0,8 0,6	1 0,5	0,5 0,1		3500 2700	176 150	0,002 0,001					
1	A7	Токарная с ЧПУ Сверлить отверстие, выдерживая размер φ12 ^{+0,007}				Сверло φ1 мм СМП Р6М6 ГОСТ 19543-74		Штангенциркуль ШЦ-0-125-0,1 мм ГОСТ 166-89	1	12		4	0,1		650	2,6	0,35					
1	A8	Токарная с ЧПУ Нарезать резьбу, выдерживая размер φ24 ^{+0,007} _{-0,007}		Резец фасонный СМП Т15К6 ГОСТ 18885-73	Калибр-проба резьбовая М24 ГОСТ 11758-72.	1	24	18,5	11	1,25		3200	147	0,22								

1	2	3	4
1	5 9	Токарная с ЧПУ Переустановить заготовку и закрепить. Подрезать торец 1, выдерживая размер $78^{+0,05}_{-0,05}$ Центровать торцы 1, выдерживая размеры	
1	5 10	Токарная с ЧПУ Сверлить отверстие, выдерживая размеры $74,4^{+0,05}_{-0,05}$ $\phi 6^{+0,02}_{-0,02}$.	
1	5 11	Токарная с ЧПУ Рассверлить отверстие и зенкеровать, выдерживая размеры $72^{+0,05}_{-0,05}$, $\phi 12,50^{+0,03}_{-0,03}$.	
1	5 12	Токарная с ЧПУ Расточить отверстие, выдерживая размеры $56^{+0,15}_{-0,15}$, $\phi 26^{+0,021}_{-0,021}$	
1	5 13	Токарная с ЧПУ Расточить отверстие, выдерживая размеры $36^{+0,05}_{-0,05}$, $\phi 35^{+0,05}_{-0,05}$.	
1	5 14	Токарная с ЧПУ Расточить отверстие, выдерживая размеры $23^{+0,05}_{-0,05}$, $\phi 37^{+0,05}_{-0,05}$. Расточить канавку, выдерживая размеры $12^{+0,05}_{-0,05}$, $\phi 40^{+0,05}_{-0,05}$.	
1	5 15	Токарная с ЧПУ Расточить отверстие, выдерживая размеры $11^{+0,05}_{-0,05}$, $\phi 38,37^{+0,02}_{-0,02}$.	
1	5 16	Токарная с ЧПУ Расточить отверстие, выдерживая размеры $4^{+0,05}_{-0,05}$, $\phi 40^{+0,05}_{-0,05}$. Точить две фаски, выдерживая размер $0,6^{+0,04}_{-0,04}$.	
1	5 17	Токарная с ЧПУ Нарезать резьбу, выдерживая размеры . Нарезать резьбу, выдерживая размеры.	
1	5 18	Токарная с ЧПУ Точить поверхность, выдерживая размер $27^{+0,04}_{-0,04}$, $\phi 45^{+0,04}_{-0,04}$.	
2	A 1	Фрезерная с ЧПУ Фрезеровать поверхность, выдерживая размер 18.	

5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23								
Токарно-универсальный станок с ЧПУ Модель GA-2000	Трёхручачковый патрон ГОСТ	Сверло центровочное ГОСТ 14.952-75 материал сверла: Р6М5	Штангенциркуль ШЦ-0-125-0,1 мм ГОСТ 166-89		1	4	10	5	0,2		900	28	0,4													
		Сверло спиральное ГОСТ 2034-80 материал сверла: Р6М5	НИ-6-10-0,01 мм ГОСТ 868-82; ГИ-30-0,1 мм ГОСТ 7661-67		1	6	74,4	127	0,5		1300	184	5,75													
	Приспособление – призматические тисы	Фреза цилиндрическая с СМП Т15К6 ГОСТ 29092-91	Штангенциркуль ШЦ-0-125-0,1 мм ГОСТ 166-89		1	12,5	72	3	0,11		1900	36	6,5	1,5	12	25,07	25,09									
					1	26	56	6,3	0,25		2800	53	1,15													
		Резец расточной с СМП Т15К6 ГОСТ 18882-73	Резец расточной с СМП Т15К6 ГОСТ 18882-73 Резец канаточный с СМП Т5К6ГОСТ 18885-73		1	35	36	0,5	0,1		4000	326	2,13													
		Резец фасанный СМП Т15К6 ГОСТ 18885-73	Капюль-пробка резьбовая М14 ГОСТ 17758-72; М40 ГОСТ 17758-72; ГИ-30-0,1 мм ГОСТ 7661-67		1 1	37 40	23 12	0,5 0,5	0,1 0,1		3000 2800	330 325	2,7 0,2													
		Резец проходной с СМП Т15К6 ГОСТ 18887-73	Штангенциркуль ШЦ-0-125-0,1 мм ГОСТ 166-89		1	38,37	11	0,5	0,1		2600	326	0,95													
					1 1	40 4x0,6	4 0,5	0,5 0,1		2700 2600	325 326	0,119 0,015														
					1 1	14 40	69 11	0,3 0,3	1,25 1,5		3480 1100	153 14,3	0,23 0,20													
					1	45	27	0,663	0,5		1500	312	1,243													
					1	32	18	8	0,15		890	251	1,1	1,5	12	2,99	3,002									
																			ИШНПТ-8/161137.003			Лист				
																			Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			

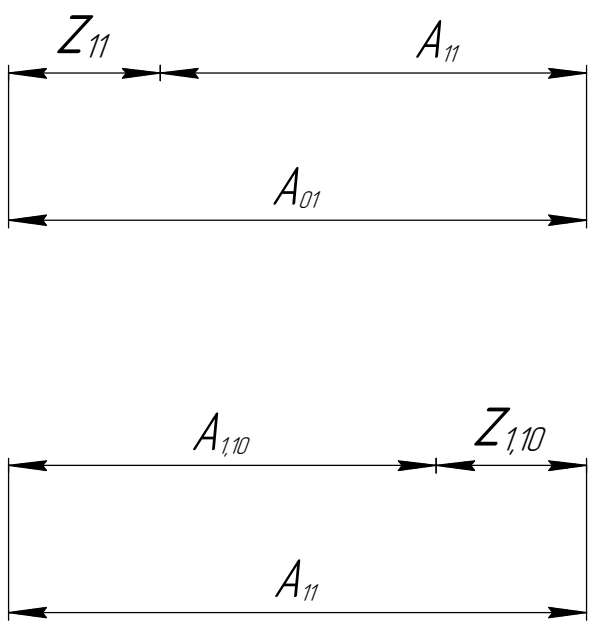
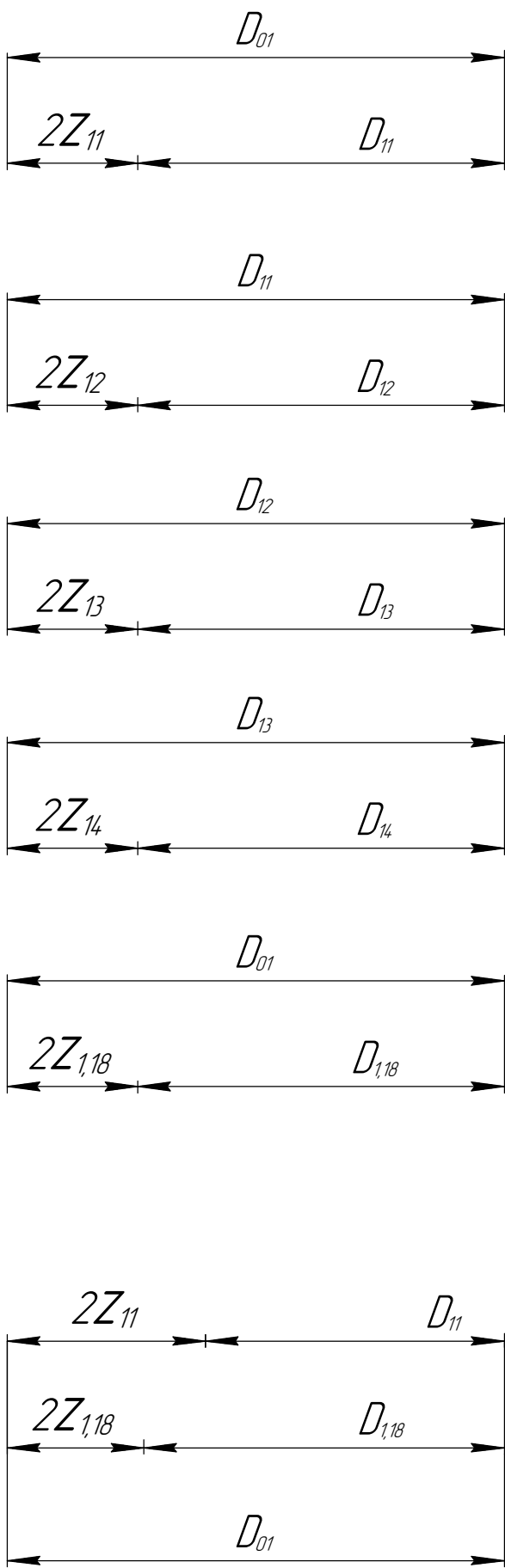


						ИШНПТ-8/61137.004					
						Граф дерева			Лит.	Масса	Масштаб
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата		У						1:1
Разраб.	Черепанов Д.И.										
Пров.	Алферова Е.А.										
Т.контр.						Лист		Листов		1	
Н.контр.						ТПУ ИШНПТ гр. 4А65					
Утв.											

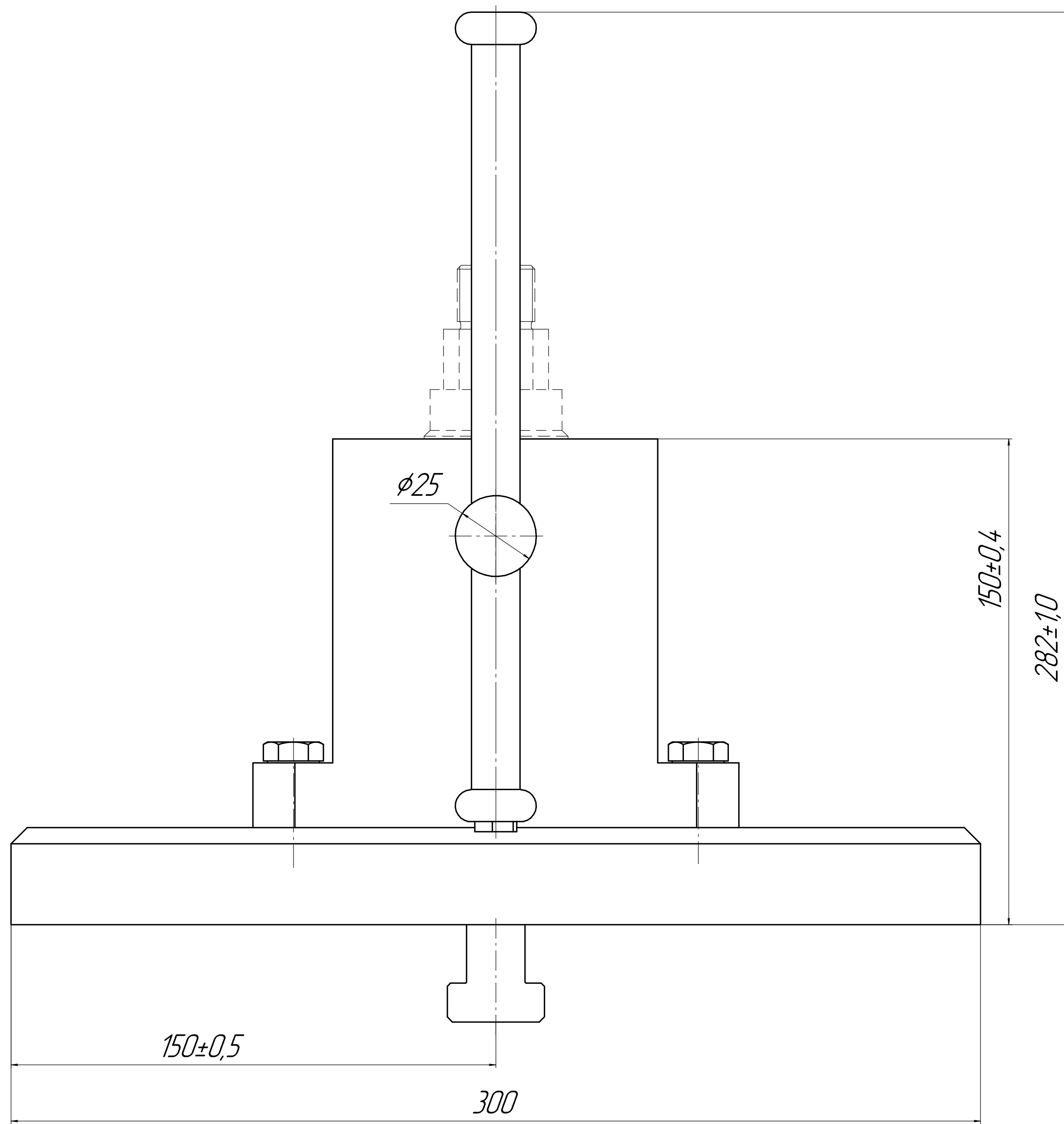
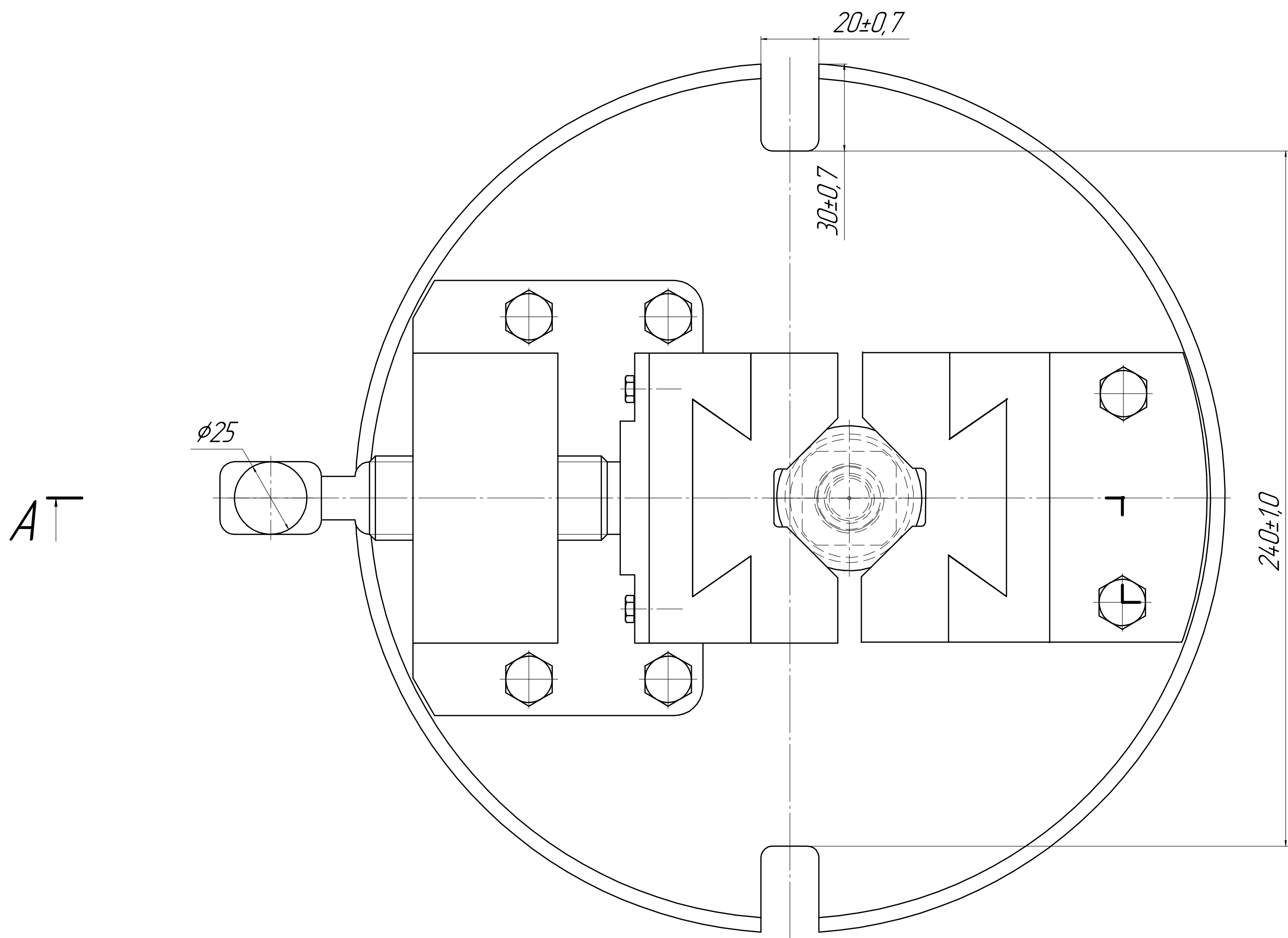
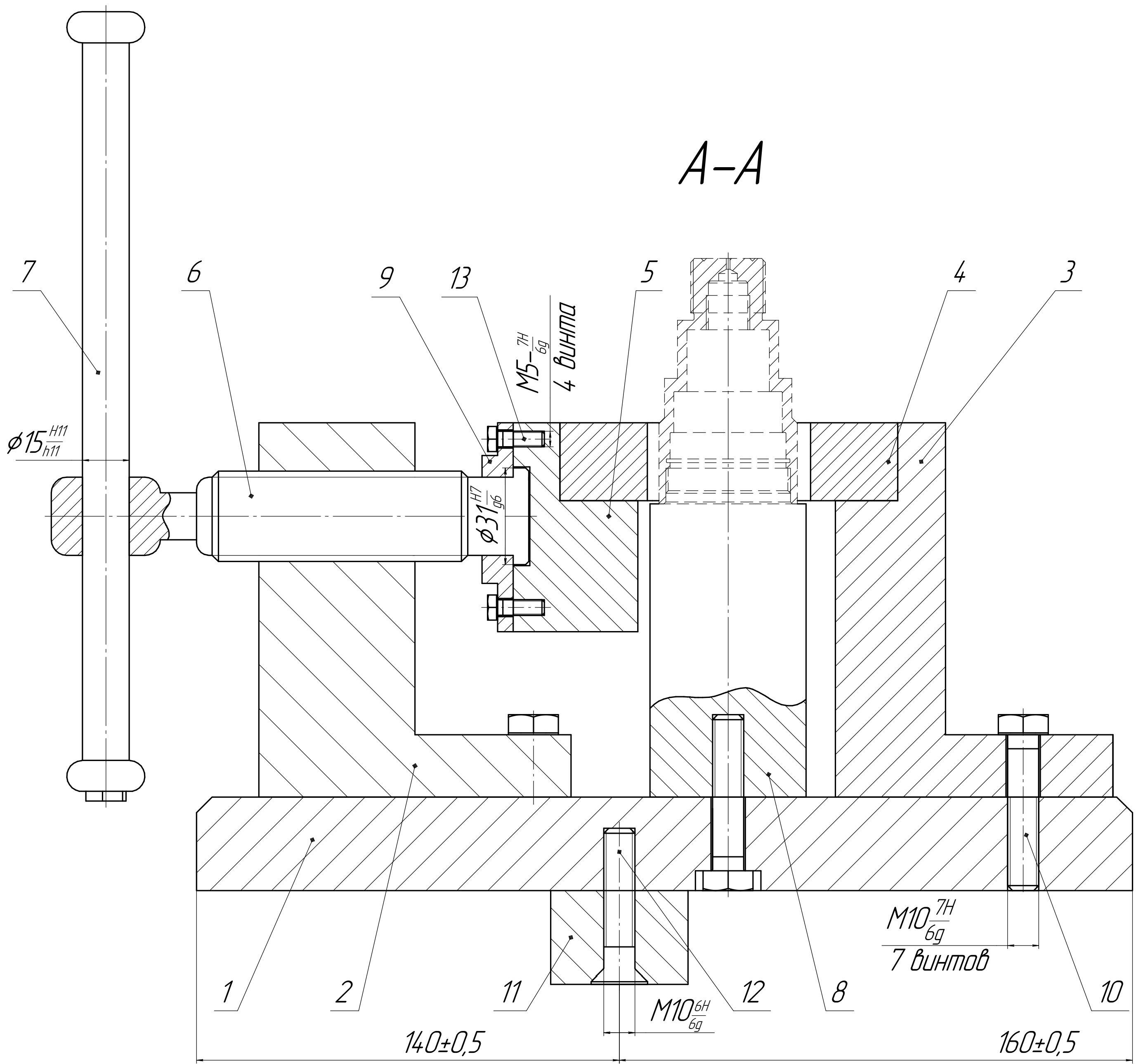


1) Количество поверхностей
всегда на 1 больше чем
технологических размеров.
размеров $A = 22$
поверхностей = 23

2) $\sum Z + \sum K = \sum A$
 $2 + 20 = 22$



ИШНПТ-8/161137.005				Размерная схема		
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Лист	Масштаб
Разраб.	Черепанов Д.И.				4	4:1
Проб.	Алферова Е.А.				Лист	Листов 1
Т.контр.					ТПУ ИШНПТ	
Н.контр.					гр. 4А65	
Утв.					Формат А1	



A

ИШНПТ-8/16137.00.01.00 СБ				Лист			Масса			Максимум		
Призматические				Лист			Масса			Максимум		
тыся				Лист			Масса			Максимум		
Сварочный чертеж				Лист			Масса			Максимум		
Сталь 10 ГОСТ 1050-2013				Лист			Масса			Максимум		
ТТЧ ИШНПТ				Лист			Масса			Максимум		
Группа 4A65				Лист			Масса			Максимум		
Копировать				Лист			Масса			Максимум		
Формат А0				Лист			Масса			Максимум		

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чание
Справ. №								
						Документация		
	A0			ИШНПТ-8/61137.00.01.00 СБ	Сборочный чертеж	1		
	A4			ИШНПТ-8/61137.00.01.00 ПЗ	Пояснительная записка	1		
						Детали		
			1	ИШНПТ-8/61137.00.01.01	Плита установочная	1		
			2	ИШНПТ-8/61137.00.01.02	Опора несущая левая	1		
			3	ИШНПТ-8/61137.00.01.03	Опора правая	1		
			4	ИШНПТ-8/61137.00.01.04	Призматическая гудка	2		
			5	ИШНПТ-8/61137.00.01.05	Подвижная гудка	1		
			6	ИШНПТ-8/61137.00.01.06	Шток	1		
			7	ИШНПТ-8/61137.00.01.07	Рукоятка	1		
			8	ИШНПТ-8/61137.00.01.08	Подставка	1		
			9	ИШНПТ-8/61137.00.01.09	Крышка	1		
						Стандартные изделия		
			10		Винт ГОСТ Р ИСО 4017-2013 под ключ М10 x 50	7		
			11		Шпонка ГОСТ 23360-78	1		
			12		Винт ГОСТ Р ИСО 2009-2013 М10 x 50	1		
Инд. № подл.						ИШНПТ-8/61137.00.01.00 ПЗ		
	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
	Разраб.	Черепанов Д.						
	Пров.	Алферова Е.						
	Н.контр.							
Инд. № подл.						Призматические тисы		
	Лит.	Лист	Листов					
	У		1	2				
							ТПУ ИШНПТ	
							Группа 4А6Б	

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

[illegible]